



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

# **FACULTAD DE INGENIERÍA**

## **ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“Mejora del proceso de llenado de escoria para reducir los costos en el área generación de vapor, de la empresa Casa Grande S.A.A., 2018”

### **TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL**

**Autor:**

Aguirre Mendoza, Jancarlos Reynols

**Asesor:**

Mg. Pedro Olortegui Núñez

**Línea de Investigación**

Gestión empresarial y productiva

**Trujillo – Perú**

**2018**

**JURADO CALIFICADOR**

**TEMA:**

**“Mejora del proceso de llenado de escoria para reducir los costos en el área generación de vapor, de la empresa Casa Grande S.A.A., 2018”**

**Elaborado por:**

**Aguirre Mendoza, Jancarlos Reynols**

**Aprobador por:**

-----  
**ASESOR**  
Mg. Pedro Olortegui Núñez

-----  
**PRESIDENTE**  
Dr. Andrés Alberto Ruíz Gómez

-----  
**SECRETARIO**  
Dr. Ricardo Mendoza Rivera

## DEDICATORIA

A Dios  
por ser el motor de mi vida  
y por todas las bendiciones que  
derrama cada día sobre mí.

A mi novia por ser la persona  
que siempre me brindo su  
apoyo incondicional.

A mis padres  
quienes, con tanto sacrificio, sabiduría, esfuerzo y  
dedicación ha pulido, día a día con  
sus enseñanzas, al ser humano que soy.

A todas las instituciones,  
entidades y personas que  
permitieron culminar con éxito este  
proyecto de tesis.

***Aguirre Mendoza Jancarlos Reynolds***

**AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la Universidad Privada César Vallejo por formarme integralmente a lo largo del desarrollo académico de mi carrera, a los docentes que con su experiencia contribuyeron al fortalecimiento de mis competencias como ingeniero y, de manera muy especial, a mis asesores Mg. Pedro Olortegui Núñez y Dr. Ricardo Rivera Mendoza. Por otro lado, también demuestro mi particular deferencia con la empresa Casa Grande S.A.A. quién me brindó la oportunidad de desarrollar mi investigación dentro de sus instalaciones.

Atentamente,  
Aguirre Mendoza, Jancarlos Reynols

**DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo, **Jancarlos Reynols Aguirre Mendoza**, identificado con DNI N°71306938, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Asimismo, declaro bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la investigación (tesis) son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, 2018

-----  
**Aguirre Mendoza,**  
**Jancarlos Reynols**  
**DNI: N° 71306938**

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado calificador, en cumplimiento con el Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, de la Universidad Privada César Vallejo, el cual es requisito indispensable presentar el informe de tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, pongo en vuestra consideración el presente proyecto de investigación titulado: **“Mejora del proceso de llenado de escoria, para reducir costos en el área generación de vapor, de la empresa Casa Grande S.A.A., 2018”** para que con la serenidad y equidad que ustedes poseen, sea sometido a evaluación y se emita el dictamen correspondiente.

Atentamente

Aguirre Mendoza, Jancarlos Reynolds  
(El Autor)

## ÍNDICE GENERAL

|   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| Contenido   |                                      |
| CARÁTULA.....   | I                                    |
| JURADO CALIFICADOR .....  | II                                   |
| DEDICATORIA.....  | III                                  |
| AGRADECIMIENTO .....  | IV                                   |
| DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD .....                               | V                                    |
| PRESENTACIÓN.....   | VI                                   |
| AUTORIZACIÓN PUBLICACIÓN EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV ..... | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS                     | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| ÍNDICE GENERAL.....   | VII                                  |
| ÍNDICE DE TABLAS .....  | X                                    |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....   | XII                                  |
| ÍNDICE DE ANEXOS .....  | XIII                                 |
| RESUMEN .....   | XIV                                  |
| ABSTRACT .....  | XV                                   |
| <b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>                                     | <b>XVI</b>                           |
| <b>NO VA.....</b>   | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| <b>1.1. Realidad Problemática.....</b>                          | <b>1</b>                             |
| <b>1.2. Trabajos previos .....</b>                              | <b>3</b>                             |
| <b>1.3. Teorías relacionadas al tema .....</b>                  | <b>7</b>                             |
| <b>1.4. Formulación del problema .....</b>                      | <b>18</b>                            |
| <b>1.5. Justificación del estudio .....</b>                     | <b>19</b>                            |
| <b>1.6. Hipótesis.....</b>                                      | <b>20</b>                            |
| <b>1.7. Objetivos.....</b>                                      | <b>20</b>                            |
| <b>1.7.1. General.....</b>                                      | <b>20</b>                            |

|   |    |
|---|----|
| 1.7.2. Objetivos específicos .....  | 20 |
| II. MÉTODO: .....   | 21 |
| 2.1. Diseño de la investigación .....   | 22 |
| 2.2. Variables .....  | 23 |
| 2.2.1. Variable independiente:.....   | 23 |
| 2.2.2. Variable dependiente:.....   | 23 |
| 2.2.3. Operacionalización de variables .....  | 24 |
| 2.3. Población y muestra .....  | 25 |
| 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....  | 25 |
| 2.4.1. Validez y confiabilidad.....   | 26 |
| 2.5. Métodos de análisis de datos .....   | 26 |
| 2.6. Aspectos éticos. ....  | 26 |
| III. RESULTADOS.....  | 28 |
| 3.1. Determinar el estado actual de los costos del proceso de llenado de escoria, del área de generación de vapor. .... | 29 |
| 3.1.1. Costos de mano de obra indirecta. ....   | 29 |
| 3.1.2. Costos de servicios indirectos.....  | 31 |
| 3.1.3. Total de costos indirectos del proceso de llenado de escoria. ....   | 34 |
| 3.2. Evaluar el proceso de llenado de escoria, del área de generación de vapor. ....                                    | 35 |
| 3.2.1. Generalidades de la empresa .....  | 35 |
| 3.2.2. Delimitación e identificación de problemas en los procesos. ....   | 39 |
| 3.2.3. Evaluación del proceso deficiente.....   | 42 |
| 3.2.4. Tiempo medio del proceso (TPP) .....   | 51 |
| 3.2.5. Productividad media del proceso (PP).....  | 52 |
| 3.3. Proponer e implementar mejoras en el proceso de llenado de escoria, del área de generación de vapor.....           | 54 |
| 3.3.1. Propuesta e implementación de la mejora 01: .....  | 56 |
| 3.3.2. Propuesta e implementación de la mejora 02: .....  | 60 |
| 3.3.3. Propuesta e implementación de la mejora 03: .....  | 63 |
| 3.3.4. Propuesta e implementación de la mejora 04: .....  | 68 |



|  |     |
|--|-----|
| 3.4. Determinar los costos del proceso de llenado de escoria, del área de generación de vapor, después de la implementación de las mejoras. .... | 72  |
| 3.4.1. Costos de mano de obra indirecta, después de las mejoras.....   | 72  |
| 3.4.2. Costos de servicios indirectos, después de las mejoras.....   | 75  |
| 3.4.3. Total de costos indirectos del proceso de llenado de escoria, después de las mejoras.....   | 77  |
| 3.4.4. Variación de los costos del proceso de llenado de escoria.....  | 78  |
| IV. DISCUSIÓN .....  | 80  |
| V. CONCLUSIONES.....   | 83  |
| VI. RECOMENDACIONES .....  | 85  |
| VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....  | 86  |
| VIII. ANEXOS .....   | 91  |
| A. ANEXO DE TABLAS .....   | 92  |
| B. ANEXO DE FIGURAS .....  | 105 |
| C. ANEXO DE INSTRUMENTOS .....   | 111 |
| D. OTROS ANEXOS.....   | 120 |

**ÍNDICE DE TABLAS**

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1: Operacionalización de variables .....                         | 24 |
| Tabla 2: Funciones y costo de MOI.....                                 | 30 |
| Tabla 3: Costo mensual de MOI.....                                     | 30 |
| Tabla 4: Costos horas máquina .....                                    | 32 |
| Tabla 5: Costos mensuales de servicios indirectos.....                 | 33 |
| Tabla 6: Costos Indirectos Totales.....                                | 34 |
| Tabla 7: Estructura Accionaria de Casa Grande S.A.A. ....              | 38 |
| Tabla 8: Cuadro de identificación de problemas .....                   | 40 |
| Tabla 9: Cuadro de jerarquización de problemas, según su costo.....    | 41 |
| Tabla 10: Deficiencias en el proceso de llenado de escoria .....       | 45 |
| Tabla 11: Cuantificación de la prioridad de los problemas .....        | 46 |
| Tabla 12: Escala de prioridad de los problemas .....                   | 47 |
| Tabla 13: Nivel de prioridad de los problemas en el proceso.....       | 47 |
| Tabla 14: Jerarquización de los problemas, según su prioridad. ....    | 48 |
| Tabla 15: Historial de tiempos del proceso .....                       | 51 |
| Tabla 16: Historial de ejecución del proceso.....                      | 53 |
| Tabla 17: Cuadro consolidado de propuestas de mejora.....              | 55 |
| Tabla 18: Actividades de la mejora 1 .....                             | 57 |
| Tabla 19: Cronograma de actividades mejora 1.....                      | 57 |
| Tabla 20: Seguimiento de la mejora 1.....                              | 59 |
| Tabla 21: Actividades de la mejora 2 .....                             | 61 |
| Tabla 22: Cronograma de actividades mejora 2.....                      | 61 |
| Tabla 23: Seguimiento de la mejora 2.....                              | 63 |
| Tabla 24: Actividades de la mejora 3 .....                             | 65 |
| Tabla 25: Cronograma de actividades mejora 3.....                      | 65 |
| Tabla 26: Seguimiento de la mejora 3.....                              | 67 |
| Tabla 27: Actividades de la mejora 4 .....                             | 69 |
| Tabla 28: Cronograma de actividades mejora 4.....                      | 69 |
| Tabla 29: Seguimiento de la mejora 4.....                              | 70 |
| Tabla 30: Costos unitarios de Mano de Obra Indirecta .....             | 73 |
| Tabla 31: Costo de mano de obra indirecta, después de las mejoras..... | 73 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 32: Costos finales de horas - máquinas .....                            | 75  |
| Tabla 33: Costos de servicios indirectos, después de las mejoras .....        | 76  |
| Tabla 34: Costos Indirectos Totales, después de las mejoras. ....             | 77  |
| Tabla 35: Comparativo de los costos del proceso de llenado de escoria.....    | 79  |
| Tabla 36: Formato de tabla de funciones y costos de mano de obra indirecta    | 92  |
| Tabla 37: Formato de tabla de costos mensuales de mano de obra indirecta      | 92  |
| Tabla 38: Formato de matriz de cálculo del costo de mano de obra indirecta    | 92  |
| Tabla 39: Formato de tabla de costos Hora - Máquina .....                     | 93  |
| Tabla 40: Formato de tabla de costos mensuales de servicios indirectos .....  | 93  |
| Tabla 41: Formato de matriz de cálculo de costos de servicios indirectos..... | 93  |
| Tabla 42: Formato de tabla de costos indirectos totales .....                 | 94  |
| Tabla 43: Formato estructura Accionaria de Casa Grande S.A.A. ....            | 94  |
| Tabla 44: Formato de cuadro de identificación de problemas.....               | 94  |
| Tabla 45: Formato de cuadro de jerarquización de problemas .....              | 95  |
| Tabla 46: Formato de tabla de deficiencias en el proceso .....                | 95  |
| Tabla 47: Formato de tabla de cuantificación de la prioridad de problemas ... | 95  |
| Tabla 48: Formato de escala de prioridad de los problemas .....               | 95  |
| Tabla 49: Formato de tabla de nivel de prioridad de los problemas.....        | 96  |
| Tabla 50: Formato de tabla para jerarquización de los problemas.....          | 96  |
| Tabla 51: Formato de tabla de historial de tiempos del proceso .....          | 96  |
| Tabla 52: Formato de cuadro consolidado de propuestas de mejora .....         | 97  |
| Tabla 53: Formatos de tabla de actividades de mejora.....                     | 98  |
| Tabla 54: Formato de cronograma de actividades de mejora .....                | 98  |
| Tabla 55: Formato de tabla para seguimiento de la mejora .....                | 98  |
| Tabla 56: Formato de tabla de respuestas consolidadas de la encuesta.....     | 99  |
| Tabla 57: Costo de mano de obra indirecta marzo - mayo, 2018.....             | 100 |
| Tabla 58: Costo de servicios indirectos marzo - mayo, 2018.....               | 101 |
| Tabla 59: Resultados consolidados de la encuesta de priorización .....        | 102 |
| Tabla 60: Costo de mano de obra indirecta junio - julio, 2018 .....           | 103 |
| Tabla 61: Costo de servicios indirectos junio - julio, 2018.....              | 104 |

**ÍNDICE DE FIGURAS**

|   |     |
|---|-----|
| <i>Figura 1:</i> Ciclo Deming o PHVA .....  | 11  |
| <i>Figura 2:</i> Costo mensual de MOI .....   | 31  |
| <i>Figura 3:</i> Costos mensuales de servicios indirectos .....                     | 33  |
| <i>Figura 4:</i> Costo indirecto total .....  | 35  |
| <i>Figura 5:</i> Procedimiento para la identificación de problemas. ....            | 39  |
| <i>Figura 6:</i> Procedimiento para la identificación de problemas. ....            | 43  |
| <i>Figura 7:</i> Diagrama de Ishikawa del problema 1 .....                          | 49  |
| <i>Figura 8:</i> Diagrama de Ishikawa problema 2.....                               | 50  |
| <i>Figura 9:</i> Ciclo Deming.....  | 54  |
| <i>Figura 10:</i> Costo de mano de obra indirecta, después de las mejoras .....     | 74  |
| <i>Figura 11:</i> Costos de servicios indirectos, después de las mejoras .....      | 77  |
| <i>Figura 12:</i> Costos indirectos totales, después de las mejoras. ....           | 78  |
| <i>Figura 13:</i> Comparativo de los costos del proceso de llenado de escoria. .... | 79  |
| <i>Figura 14:</i> Formato de gráfico de barras .....                                | 105 |
| <i>Figura 15:</i> Formato de diagrama de Pareto .....                               | 105 |
| <i>Figura 16:</i> Simbología de un diagrama de flujo.....                           | 106 |
| <i>Figura 17:</i> Organigrama estructural de la empresa Casa Grande S.A.A. ....     | 107 |
| <i>Figura 18:</i> Organigrama estructural del Depto. de Generación de Energía. ..   | 108 |
| <i>Figura 19:</i> Diagrama de flujo inicial del proceso de llenado de escoria.....  | 109 |
| <i>Figura 20:</i> Diagrama de flujo final del proceso de llenado de escoria .....   | 110 |
| <i>Figura 21:</i> Formato de diagrama causa - efecto .....                          | 111 |
| <i>Figura 22:</i> Formato de diagrama de procedimientos.....                        | 111 |
| <i>Figura 23:</i> Formato de diagrama de flujo de procesos.....                     | 112 |

**ÍNDICE DE ANEXOS**

|   |     |
|---|-----|
| A 1. Formatos de tabla de costos de mano de obra indirecta .....                | 92  |
| A 2. Formatos de tabla de costos de servicios indirectos .....                  | 93  |
| A 3. Formatos de tabla de costo indirecto total .....                           | 94  |
| A 4. Formato de tabla de estructura accionaria.....                             | 94  |
| A 5. Formatos de tablas para evaluación de problemas .....                      | 94  |
| A 6. Formatos de tablas para mejora de procesos.....                            | 97  |
| A 7. Formato de tabla de respuestas consolidadas de la encuesta .....           | 99  |
| A 8. Matriz de cálculo de costos de MOI, marzo – mayo, 2018. ....               | 100 |
| A 9. Matriz de cálculo de costos de serv. indirectos, marzo – mayo, 2018. ...   | 101 |
| A 10. Resultados de la encuesta de priorización de problemas.....               | 102 |
| A 11. Matriz de cálculo de costos de MOI, junio - julio, 2018. ....             | 103 |
| A 12. Matriz de cálculo de costos de serv. indirectos, junio - julio, 2018..... | 104 |
| B 1. Formato de gráfico de barras.....  | 105 |
| B 2. Simbología de un diagrama de flujo de procesos .....                       | 106 |
| B 3. Organigrama estructural de la empresa Casa Grande S.A.A. ....              | 107 |
| B 4. Organigrama estructural del Departamento de Generación de Vapor ....       | 108 |
| B 5. Diagrama de flujo inicial del proceso de llenado de escoria. ....          | 109 |
| B 6. Diagrama de flujo final del proceso de llenado de escoria.....             | 110 |
| C 1. Formato de diagrama causa - efecto.....                                    | 111 |
| C 2. Formato de diagrama de procedimientos .....                                | 111 |
| C 3. Formato de diagrama de flujo de procesos .....                             | 112 |
| C 4. Encuesta de nivel de prioridad de deficiencias.....                        | 113 |
| C 5. Ficha de validación de encuesta - Experto 1 .....                          | 114 |
| C 6. Ficha de validación de encuesta - Experto 2 .....                          | 116 |
| C 7. Ficha de validación de encuesta - Experto 3 .....                          | 118 |
| D 1. Registro fotográfico del rediseño del proceso.....                         | 120 |
| D 2. Registro fotográfico de reunión de trabajo con expertos .....              | 122 |
| D 3. Registro fotográfico del sistema de alimentación controlada.....           | 124 |
| D 4. Validación de reunión de trabajo .....                                     | 128 |
| D 5. Encuesta de priorización .....   | 129 |
| D 6. Resultados consolidados de la priorización de causas.....                  | 138 |
| D 7. Historial de tiempo del proceso después de la mejora.....                  | 140 |

## RESUMEN

El presente informe tuvo como objetivo general reducir los costos del área generación de vapor mediante la implementación de mejoras haciendo uso de las herramientas del ciclo Deming en el proceso de llenado de escoria, de la empresa Casa Grande S.A.A.

En primer lugar se ejecutó un diagnóstico de cómo se encuentra actualmente empresa Casa Grande S.A.A. y se pudo observar que se debería trabajar en el área generación de vapor (en el proceso de llenado de escoria), puesto que se diagnosticó que era el proceso con mayor costos, llegando a identificar que tenía un costo promedio mensual de S/. 27099.17.

Una vez culminada la identificación de problemas, se procedió a redactar el diagnóstico de la empresa, en la cual se consideró todos los problemas que se evidenciaron con el fin de corroborar lo mencionado anteriormente. Seguidamente se ejecutó una priorización de causas mediante el diagrama de Ishikawa para luego dar determinar el impacto económico que genera en la empresa los problemas representando en pérdidas monetarias.

El presente informe da a conocer además las propuestas de mejora como son: El rediseño del proceso de llenado de escoria, la instalación de sistema de apertura controlada de tolvas de alimentación, capacitar a los responsables de la planificación de actividades e instalación de un sistema de conductos de alimentación secundarios.

Finalmente y con toda la información estudiada y recolectada, y a partir del diagnóstico que ha sido ejecutado, se presentara un análisis de los resultados y discusión para poder comprobar con datos cuantitativos las evidencias presentadas y la mejora lograda con la implementación del rediseño del proceso de llenado de escoria, la instalación de sistema de apertura controlada de tolvas de alimentación, capacitar a los responsables de la planificación de actividades e instalación de un sistema de conductos de alimentación secundarios en el área generación de vapor, con la finalidad de reducir los costos operacionales de la empresa Casa Grande S.A.A.

**Palabras Claves:** Ciclo Deming, Mejora continua, Costos industriales.

## ABSTRACT

The general objective of this report was to reduce the costs of the steam generation area by implementing improvements using the tools of the Deming cycle in the slag filling process of the company Casa Grande S.A.A.

First of all, a diagnosis was made of how Casa Grande S.A.A is currently doing business. and it was observed that work should be done in the steam generation area (in the slag filling process), since it was diagnosed as the process with the highest costs, and it was found that it had an average monthly cost of S / . 27099.17.

Once the identification of problems was completed, the diagnosis of the company was drafted, in which all the problems that were evidenced in order to corroborate the aforementioned were considered. Next, a prioritization of causes was executed through the Ishikawa diagram, to then determine the economic impact that the problems representing monetary losses generate in the company.

This report also discloses the improvement proposals such as: The redesign of the slag filling process, the installation of a controlled opening system for feed hoppers, training for those responsible for the planning of activities and the installation of a system for secondary feeding conduits.

Finally and with all the information studied and collected, and from the diagnosis that has been executed, an analysis of the results and discussion will be presented in order to verify with quantitative data the evidences presented and the improvement achieved with the implementation of the redesign of the filling process of slag, the installation of controlled opening system of feed hoppers, train those responsible for the planning of activities and installation of a system of secondary supply conduits in the steam generation area, in order to reduce the operational costs of the company Casa Grande S.A.A.

**Key words:** Deming cycle, continuous improvement, industrial costs.

# **I. INTRODUCCIÓN**





### **1.1. Realidad Problemática**

Hoy en día, el sector industrial azucarero se caracteriza por la alta calidad de sus productos y la elevada eficiencia en sus procesos, quién no cumpla con dichos factores se ve relevado y desplazado en el mercado competitivo mundial; es por ello que, las empresas del sector, invierten importantes recursos en solucionar las deficiencias que elevan sus costos y merman su productividad. Sin embargo, a pesar de los arduos esfuerzos de las organizaciones, no siempre se logra dar solución a las problemáticas existentes, y más aún en los países tercer mundistas, donde casi un 37.8% de las empresas azucareras realiza sus operaciones en instalaciones antiguas y, muchas veces, precarias (Aguilar , 2013).

La caña de azúcar, y sus derivados, son unos de los cultivos con mayor producción en Latinoamérica, representando, muchas veces este sector, un importante eje en las economías locales. Tal es el caso de Ecuador dónde, según los datos del Ministerio de Economía y Finanzas, se determina que la producción de la caña de azúcar en todo el territorio nacional, posterior transformación industrial y comercialización en el mercado interno y externo, contribuye con el 1,4% al PIB nacional y genera más de 30.000 empleos directos y un poco más de 80.000 indirecto, especialmente durante el periodo seco de la cosecha (Barcia, 2013).

En el Perú, la producción de caña de azúcar contribuye al 1.2% del PBI nacional, según el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), generando empleo directo e indirecto a más de 100000 peruanos. Los ingenios azucareros, por la magnitud de sus operaciones, tienen una variedad de procesos dentro y fuera de sus instalaciones, siendo uno de estos el Proceso de Llenado de Escoria a las calderas de generación de vapor; tal es el caso de la empresa papelera Trupal S.A. la cual cuenta con dicho proceso, el mismo que presenta grandes deficiencias tanto económicas como ambientales (RPP

Noticias, 2011). Este proceso de llenado de escoria está contaminando la siembra de caña de azúcar, al expulsar una gran cantidad de residuos durante su traslado hacia el caldero y posterior consumo, también está afectando a pescadores artesanales y a la población de Santiago de Cao; asimismo, el proceso no se encuentra optimizado, ni mucho menos automatizado, realizándose de forma semi-manual, involucrando una serie de costos operacionales distribuidos entre los costos de alquiler de maquinaria 34.7%, pago de personal 42.8% y depreciación de activos inutilizados.

En el caso de Casa Grande S.A.A., El proceso de llenado de escoria consiste en retirar la escoria ya usada del caldero de lecho fluidizado, cuando esta ha perdido más del 80% de su capacidad calorífica, para ser reemplaza por otra. El proceso inicia al suministrar escoria, a través de un volquete de 8 Tn, desde el almacén principal (ubicado a 1.2 Km del comienzo del proceso) hasta un almacén improvisado más cercano a la línea de alimentación de escoria; luego, mediante un cargador frontal, se llena un contenedor de 2 Tn el mismo que es izado y elevado a una altura de 16 metros mediante una grúa Terex, donde es depositada la escoria en una faja transportadora que la ingresa hacia el caldero. Este ciclo involucra costos de personal (operarios, guías y supervisores), costos de maquinarias (cargador frontal, grúa y volquete), entre otros costos inherentes; asimismo, el ciclo requiere en promedio 2 horas para completarse, tiempo que el contenedor está suspendido por la grúa Terex dejando caer la escoria sobre las fajas transportadoras; este ciclo se repite cuatro veces para completar el proceso, involucrando los recursos antes mencionados por un plazo mayor a 8 horas, tiempo casi tres veces superior respecto a otras industrias que realizan el mismo proceso, e incrementan los costos en un 45% por cada vez que se realiza, considerando que el proceso se concreta cada 8 días al mes, ó 40 veces al año.

De continuar esta problemática, la situación se tornará insostenible desde la perspectiva de uso eficiente de recursos, por tal razón la presente investigación es oportuna pues pretende implementar mejoras que contribuyan a reducir los costos de dicho proceso.

## 1.2. Trabajos previos

Chasi (2016) en su investigación ***“Propuesta de mejora al proceso de producción mediante la aplicación de costos por procesos, a la empresa Plastex S.A., en la ciudad de Quito”***, Universidad Central del Ecuador – Quito, investigación con un enfoque mixto, del tipo exploratorio, cuantitativo con diseño pre-experimental; se plantearon como objetivos promover una cultura de mejora continua, mejorar la comunicación y articulación entre los elementos del proceso, generar valor en el proceso de producción de la empresa y reducir los costos de producción. La autora emplea técnicas de recopilación de datos como el análisis de los registros históricos, la verificación de campo y la entrevista a expertos; asimismo, utiliza como instrumentos de recojo de información hojas de registro, formato de desarrollo de entrevista, cuestionarios y matrices de costeo por procesos. Durante la investigación se realizaron análisis del entorno, análisis de los clientes, análisis de los competidores, análisis interno, análisis Foda, análisis de los procesos productivos, análisis de costos por procesos, análisis financiero (estado de resultado), análisis de costos ABC; información que sirvió como insumo para la formulación de mejoras en el proceso de producción de la empresa. La autora concluye que, tras la implementación de las mejoras, se logró reducir el costo de producción en un 14.97%, pasando de \$ 102,670.30, antes de la implementación de mejoras, a \$87,292.37 después.

Yunga (2014) en su estudio ***“Análisis, mejoramiento de los procesos y reducción de costos en la elaboración de envases en la fábrica de plásticos Tang S.A.”***, Universidad de Guayaquil – Ecuador; tuvo por objetivos analizar los procesos de la empresa a fin de proponer un plan de mejoras en

sus procesos que permitan incrementar la productividad de la organización, reducir los costos y mejorar la calidad de sus productos. Entre las técnicas de recolección de datos empleadas en el estudio tenemos la entrevista, la encuesta, la observación directa y el análisis retrospectivo del registro documental; asimismo, los instrumentos de recojo de información fueron el cuestionario, la guía de entrevista, hojas de registro de información, y matrices de análisis estratégico, financiero y de costeo. El autor concluye la investigación que las pérdidas anuales de la empresa, en el proceso analizado, son de \$ 11040.00, en promedio, las cuales representan alrededor del 10.4% de los costos totales; asimismo, de implementarse las mejoras propuesta, se podría generar un ahorro de \$ 8832.00, es decir, una reducción en los costos del proceso de un 19.6%.

Castro & Castillo (2017) en su investigación denominada ***“Propuesta de mejora en la gestión de producción para reducir los costos operacionales en la Empresa Hulac S.A.C”***, Universidad Privada del Norte – Lima (Perú), tuvo por objeto analizar el proceso de producción, mediante la aplicación de herramientas de ingeniería, a fin de identificar falencias que incrementen los costos operacionales del proceso, para luego proponer mejoras que permitan atacar dichas deficiencias. En el desarrollo de la investigación, primero se determinó una línea base de los costos operacionales del proceso de producción, luego se evaluaron las causas y los efectos de las deficiencias detectadas, se determinó el impacto económico de las falencias del proceso y finalmente se formuló un plan de mejoras que permitan corregir las deficiencias detectadas. Los autores emplearon como técnicas de recolección de datos la entrevista a personal de la línea de producción, la lluvia de ideas, la observación de campo y la revisión documental de los costos de producción; asimismo, se usaron como instrumentos de recojo de información el diagrama de Ishikawa, el diagrama de Pareto, diagramas de flujo, diagramas de bloques, hojas de registro y formatos de entrevista. Los investigadores concluye que, la implementación del plan de mejoras propuestas para la empresa, permitiría reducir los costos

operacionales de S/ 143,256.21 (promedio mes) a S/ 129,875.46, una reducción del 9.34%

Alayo & Becerra (2014) en su informe de tesis titulada ***“Implementación del plan de mejora continua en el área de producción aplicando la metodología PHVA en la empresa Agroindustrias KAIZEN”*** (Tesis Pregrado), Universidad San Martín de Porres – Lima (Perú); tuvo como objetivos analizar los procesos del área de producción a fin de identificar deficiencias que generen excesivos costos operacionales y que, por ende, mermen la productividad de la empresa. Mediante la aplicación de técnicas de recabación de información como la verificación directa, la lluvia de idea, entrevistas al personal y la evaluación documental; y a través de los instrumentos de registro y ordenamiento de la información tales como diagrama de Pareto, diagrama de Ishikawa; y herramientas de la ingeniería como la casita de la calidad, ficha de caracterización de procesos, análisis AMFE, análisis de la cadena de valor, matrices de planeamiento estratégico y el balanced scorecard; se logró formular e implementar un plan de mejoras para el área de producción, aplicando la metodología del ciclo Deming (PHVA). Los autores concluyen que, mediante la implementación de mejoras, se redujeron los costos de producción en alrededor de S/ 20,000.00 (por trimestre) variando estos de S/ 622,186.56, antes de la implementación de las mejoras, a S/601,607.16 (después de las mejoras), una reducción equivalente a 3.31% en los costos totales de producción.

Aquino & Villena (2017) en su investigación ***“Propuesta de mejora en los procesos de producción y medio ambiente para reducir los costos operativos de la empresa Curtiduría Orión S.A.C.”***, Universidad Privada del Norte – Trujillo (Perú), tuvo por objeto reducir los costos operativos a través de un plan de mejoras en el proceso de producción y medio ambiente. Para tal fin, primero se evaluó la situación actual de los procesos mencionados, se determinaron los costos operativos iniciales, se formularon propuestas de mejora y se evaluó el beneficio económico que originaría la implementación de

las mejoras. En la investigación se utilizaron como técnicas de recolección de datos el análisis documental, la encuesta a personal especialista, la observación de campo y la lluvia de ideas; y como instrumentos registro y ordenamiento de datos se emplearon el diagrama de flujo, el diagrama de Ishikawa, el diagrama de Pareto, hojas de registro de datos, y matrices de registro de tiempos y costos. Los autores concluyen que, de implementarse el plan de mejoras propuesto, se lograría una reducción en los costos de producción de 41.78%, pasando de S/124,757.95 (situación inicial) a S/ 50,372.93 (situación final).

Cevallos (2016) en su informe de tesis titulado ***“Propuesta de mejora de la gestión de producción para reducir los costos operacionales de la empresa Cartavio Rum Company S.A.C.”*** (Tesis de Pregrado), Universidad Privada del Norte – Trujillo (Perú), tuvo por objetivos realizar un diagnóstico de la situación actual del proceso de producción, identificando sus deficiencias y delimitando sus costos de operación, para luego proponer un plan de mejoras, basado en las herramientas de ingeniería, que permitan solucionar las deficiencias identificadas; por último, realizar una evaluación económica de la propuesta de mejoras a fin de determinar su viabilidad. Entre las técnicas de recojo de datos tenemos el análisis del registro documental, la observación de campo y el brainstorming; asimismo, como instrumentos de registro y ordenamiento de la información el Diagrama PEPSU (Proveedores, Entradas, Proceso, Salidas y Usuarios), diagramas de flujo, diagramas de Ishikawa, matriz de priorización de recursos, el diagrama 80-20 o Pareto y los formatos de registro documental. El autor concluye que, la implementación de las mejoras propuestas, permitiría una reducción anual en el costo de la mano de obra, del área de producción, de S/28,500.00; asimismo, una reducción anual en los costos operacionales de S/138,000.00; ahorro que representa el 6.75% de los costos totales de producción.

### 1.3. Teorías relacionadas al tema

**Proceso.** Según Definista (2014), un proceso es una ejecución secuencial de actividades bien definidas, siguiendo un patrón ordenado y estructurado orientado a lograr un objetivo determinado.

Según la RAE - Real Academia Española (2014), un proceso consiste en la aplicación progresiva de un conjunto de etapas, naturales o artificiales, durante un periodo finito de tiempo; estas etapas están integradas por acciones orientadas para seguir un camino “hacia adelante”.

Es un encadenamiento ordenado de hechos o fenómenos, respondiendo a un cierto patrón y terminando en la consecución de algún objetivo (Definición, 2017).

**Proceso Industrial.** Es un sistema organizado de actividades que están relacionadas, dinámicamente, y orientadas hacia la transformación de recursos materiales en productos terminados. Es decir, los elementos entrantes (factores) se convierten en productos (productos terminados) debido a un proceso a través del cual aumenta su valor (Baca, 2014).

Consiste en la ejecución de una serie de operaciones, organizadas de manera sistemática, dirigidas a transformar (modificar) las características físicas, químicas o biológicas de las materias primas con el objeto de obtener un resultado final lleno de valor que satisfaga las necesidades de la demanda (Cuatrecasas, 2010).

Un proceso industrial está enfocado en el consumo eficiente de los recursos empleados en la transformación de materiales, tales como recursos humanos, tecnológicos, financieros y materias primas, por medio de la aplicación de las técnicas e instrumentos de la ingeniería (IIO, 2016).



**Mejora continua.** Es un procedimiento de ingeniería enfocado en la mejora progresiva y gradual de los procesos, técnicas de trabajo, infraestructura, gestión y otros factores industriales, generando un impacto considerable en los productos terminados de la organización (Heflo, 2015).

Una definición más amplia podría ser que la mejora continua es un cambio gradual e incesante enfocado en aumentar la eficacia y/o la eficiencia de una organización para cumplir con su política y objetivos, no limitándose sólo a iniciativas de calidad. La mejora en la estrategia comercial, los resultados comerciales, las relaciones con los clientes, los empleados y los proveedores puede estar sujeta a mejoras continuas. En otras palabras, significa "mejorar todo el tiempo".

**La mejora continua de procesos,** es un esfuerzo continuo para mejorar productos, servicios o procesos. Estos esfuerzos pueden buscar una mejora "incremental" a lo largo del tiempo o una mejora "decisiva", o ambas a la vez. Los procesos de entrega (valorados por el cliente interno o externo) se evalúan y mejoran constantemente buscando su eficacia, efectividad y flexibilidad (Instituto Uruguayo de Normas Técnicas, 2009).

Algunos ven los procesos de mejora continua como un mega proceso para la mayoría de los sistemas de gestión (como la gestión de procesos comerciales, la gestión de calidad, la gestión de proyectos y la gestión de programas); sin embargo, W. Edwards Deming, un pionero del campo, lo vio como parte del "sistema" mediante el cual los factores del proceso y del cliente se evaluaron frente a los objetivos de la organización (García, Quispe, & Páez, 2015).

**Metodología para la mejora de procesos.** Existen diversas metodologías que se emplean para formular e implementar mejoras en los procesos industriales; sin embargo, todas ellas siguen una misma secuencia lógica,

aunque con etapas denominadas de manera diferente en la mayoría de los casos.

El procedimiento para elaborar e implementar mejoras en los procesos son:

- 1°) Sentar a línea base de la variable o proceso a analizar y mejorar, mediante la medición de sus características o parámetros.
- 2°) Recoger información relevante del proceso a mejorar.
- 3°) Evaluar el proceso mediante instrumentos de ingeniería.
- 4°) Identificar deficiencias existentes en el proceso.
- 5°) Determinar y analizar el origen o causas de las deficiencias.
- 6°) Proponer mejoras que eliminen o minimicen el impacto de las deficiencias del proceso.
- 7°) Implementar las mejoras propuestas para el proceso.
- 8°) Evaluar, nuevamente, los parámetros medidos en el paso 1°.
- 9°) Repetir el ciclo.

Entre las metodologías más empleadas para la mejora de procesos tenemos:

- El método Kaizen
- El método AMFE
- El método de Deming o ciclo Deming.

**Kaizen.** El concepto de Kaizen consiste en hacer pequeños cambios, pero continuos, en los diversos procesos de la organización a fin de eliminar, progresivamente, las deficiencias existentes en el mismo. Estos cambios pueden variar desde procedimientos de fabricación hasta cuestiones de productividad, inventario o control de calidad (Dirección de Calidad en Salud., 2012).

Kaizen involucra a todos los empleados y recomienda, encarecidamente, sugerencias de mejoras incluso si son menores, manteniendo el ciclo de mejora continua. Para ello se evalúan todas las recomendaciones y sugerencias, sin excluir a ninguna, provenientes de actores internos (gerentes, jefes, operarios, auxiliares, supervisores, etc.) o externos (especialistas, consultores, etc.) (Lareau, 2010).

Kaizen observa a toda una compañía con un enfoque en áreas clave: calidad, costos, logística, motivación del personal, seguridad, tecnología y, más recientemente, el medio ambiente. El sistema de gestión examina todos los pasos de un proceso de la compañía desde sus proveedores hasta el cliente para encontrar maneras de simplificar, mejorar o reducir los costos. (Lareau, 2010)

**AMFE – Análisis de modo y efecto de fallas.** Es un procedimiento que permite identificar, adecuadamente, las fallas o deficiencias presentes en un sistema industrial, proceso de fabricación o elemento (maquinaria, componente) con el objeto de proponer soluciones inmediatas (Caldero Casas & Peralta Casafranca, 2014).

Las fallas se priorizan según la gravedad de sus consecuencias, la frecuencia con que ocurren y la facilidad con que pueden detectarse. El objetivo del AMFE es tomar medidas para eliminar o reducir fallas, empezando por las de mayor prioridad.

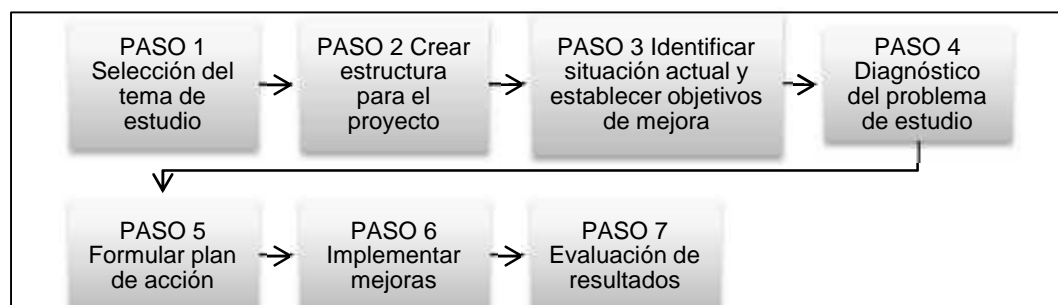
**Ciclo de mejora de Deming.** Según (Gutiérrez Pulido, 2010), el Ciclo Deming, o ciclo PHVA (también conocido como Ciclo PDSA, la rueda de Deming o el espiral de mejora continua), es un modelo continuo de mejora de la calidad que consiste en una secuencia lógica de cuatro pasos repetitivos para la mejora continua y el aprendizaje: planificar, hacer, estudiar (verificar) y actuar. Su origen se remonta al eminente experto en estadísticas Sr. Walter A. Shewart,

en la década de 1920 quien introdujo el concepto de planificar, hacer y verificar; y renombrado por el estadístico Edward W. Deming cuando le agregó la etapa de “actuar”.

**Según García, Quispe, & Páez (2015), El ciclo de Deming consta de 4 etapas.** El ciclo de PDCA de Deming proviene del modelo científico de la formación de hipótesis y luego de probarlas, y sigue estas etapas:

- Planificar. Consiste en establecer los objetivos de la mejora y planificar como alcanzarlos a través de un plan de mejora. En el método científico, el paso equivalente es crear su hipótesis y predicción.
- Hacer. Implemente el plan. En el método científico, este paso es la prueba de tu hipótesis.
- Comprobar o verificar. Medir para determinar qué sucedió, se evalúan las causas raíz que pueden explicar las diferencias entre los resultados reales y los planificados. El método científico llama a este paso comprobar la hipótesis.
- Actuar o estandarizar. Para cerrar el ciclo de mejora, actúe sobre un nuevo plan para implementar y probar estas causas raíz. Esta etapa refleja el compromiso del método científico con la evaluación y la mejora continua.

El ciclo Deming se puede desarrollar siguiendo estos pasos:



**Figura 1:** Ciclo Deming o PHVA

Fuente: Suarez & Dávila (2009)

***Técnicas y herramientas del ciclo Deming. Las principales herramientas empleadas para la mejora de procesos son:***

- Juicio de expertos.
- Lluvia de ideas.
- Diagrama de Ishikawa.
- Diagrama de Pareto.
- Flujograma de procesos.
- Ficha de caracterización de procesos.
- Criticidad de los problemas.

***Diagrama de Pareto.*** Es un histograma de frecuencias que permite el rápido y sencillo análisis de un conjunto de datos, permitiendo discriminar entre las causas más importantes de un problema y las menos trascendentes (Ver figura N° 15).

Diagramas de Pareto viene, en parte, porque muchos fenómenos observados obedecen a la ley de 20/80, es decir, si el 20% de las causas producen el 80% de los efectos; determinándose que si se ataca y elimina el 20% identificado se solucionan el 80% de los problemas. En este sentido, el diagrama de Pareto es una herramienta efectiva para la toma de decisiones (García Criollo, 2005).

Las ventajas del diagrama de Pareto son:

- Permite centrarse en los aspectos relevantes del proceso cuyas mejoras tendrá un impacto mayor, optimizando de esta manera los recursos empleados en la solución de los problemas.
- Proporciona un panorama simplificado de las deficiencias presentes en el proceso, sus causas y efectos.
- Evita que algunas deficiencias empeoren al tratar de solucionar otras causas.

**Diagrama de Ishikawa.** El diagrama de Ishikawa o diagrama causa-efecto (también denominado diagrama de "espina de pescado" en relación con su gráfica) es una herramienta de calidad utilizado para identificar las causas de un problema y ver, de manera simplificada, las causas potenciales del hallazgo de cualquier efecto (Suarez & Dávila, 2009) (Ver Anexo N° C1).

Esta herramienta proviene del campo industrial y los enfoques de calidad. Permite presentar, de forma estructurada, todas las causas que conducen a una situación. Esta es la razón por la cual este diagrama se usa para identificar la ruta de causa y efecto (Instituto Uruguayo de Normas Técnicas, 2009).

Su interés es permitir que los miembros de un grupo tengan una visión compartida y precisa de las posibles causas de una situación (García Criollo, 2005).

***Procedimiento para estructurar un diagrama de Ishikawa:***

- Organice una reunión de trabajo con especialistas o personas competentes con las que pueda realizar un taller de análisis de deficiencias en el proceso.
- Identifique la deficiencia a analizar (efecto) y ubíquela en la cabecera de la gráfica (en la cabeza de la espina de pescado).
- Mediante la técnica de brainstorming, solicite a los especialistas, también conocidos como expertos, a brindar su opinión e ideas a fin de detectar las posibles causas del problema.
- Mediante la aplicación de la técnica de los 5 ¿Por qué?, evalúe cada causa principal, haciendo preguntas sucesivas, hasta llegar a la causa raíz.
- Mediante consenso señale las principales causas que mayor impacto tienen sobre el problema.

**Juicio de expertos.** Técnica utilizada para la evaluación y análisis subjetivo de determinada situación; consiste en realizar un razonamiento sobre una determinada situación (sobre todo para analizar problemas) y emitir un juicio de valor sustentado en su experiencia, conocimientos y profesión (Baca, 2014).

**Flujograma del proceso.** Un flujograma, es una representación esquemática de los vínculos y las relaciones funcionales, organizacionales y jerárquicas que existen entre los elementos y los individuos de un proceso con el objeto de identificar los ingresos y salida de recursos de cada etapa del mismo (Meyers, 2000).

**Ficha de caracterización de procesos.** Es un instrumento empleado para determinar las entradas y salidas de recursos de un proceso específico. Tiene los siguientes elementos (IIO, 2016):

- Actividades: Son todos aquellos procedimientos que se ejecutan para completar un proceso.
- Entradas: son todos los recursos ingresantes al proceso.
- Salidas: son todos aquellos elementos resultantes del proceso.
- Clientes: es a quién se le entrega todos los elementos de salida o resultantes del proceso.
- Recursos: son los elementos fundamentales y necesarios para la ejecución del proceso.
- Proveedores: son quienes suministran los recursos entrantes al proceso.
- Líder: Es el encargado responsable del proceso.
- Objetivo: describe la finalidad del proceso.
- Alcance: es el horizonte operativo del proceso.
- Parámetros de control: son las medidas necesarias para controlar y hacer seguimiento al proceso.

**Indicadores de la mejora continua de procesos.** La forma más idónea de medir el progreso de la aplicación de mejoras en los procesos industriales es separándolo en dos componentes, con sus respectivos indicadores: el componente proceso y el componente mejora.

Componente proceso. Integrado por aquellos indicadores que permiten medir los parámetros principales del proceso. Estos son:

- Tiempo promedio del proceso. El cual pretende determinar cuál es el tiempo medio aritmético que se emplea para la ejecución de un determinado proceso. Para ello se suman todos los tiempos unitarios de los procesos ejecutados, durante un periodo de tiempo, y se los divide entre el número total de procesos ejecutados en el mismo periodo de evaluación. Su indicador es:

$$TPP = \frac{\sum_{i=1}^n TUP}{N^{\circ}PE}$$

Fuente: Mejora continua (García, Quispe, & Páez, 2015)

Dónde:

- ✓ TPP = Tiempo medio del proceso.
  - ✓ n = Número de elementos de TUP al año.
  - ✓ TUP = Tiempo unitario del proceso.
  - ✓ N° PE = Número de procesos ejecutados por año.
- Productividad del proceso. Permite determinar la cantidad de recursos económicos que requiere procesar cada unidad de masa de escoria. Se obtiene dividiendo los costos totales del proceso entre la cantidad de escoria procesada.

$$PP = \frac{CTP}{Tn \text{ Procesadas}}$$

Fuente: Mejora continua (García, Quispe, & Páez, 2015)



Dónde:

- ✓ PP = Productividad del proceso.
- ✓ CTP = Costo total del proceso.
- ✓ Tn procesadas = Cantidad de masa procesada.

Componente mejora. Es aquel que permite hacer seguimiento a la implementación de un plan de mejoras del proceso, por medio del control de las actividades ejecutadas respecto a las actividades programadas o planificadas. Este componente se puede medir mediante la siguiente ecuación:

$$M = \frac{N^{\circ} AEjec.}{N^{\circ} AProg.}$$

*Fuente: Mejora continua (García, Quispe, & Páez, 2015)*

Dónde:

- ✓ MP = Mejora del proceso
- ✓ N° AEjec. = Número de actividades, del plan de mejoras, ejecutadas.
- ✓ N° AProg. = Número de actividades programadas en el plan de mejoras.

**Costo.** Es el conjunto de recursos empleados (gastos) que son utilizados para el desarrollo de un proceso, actividad, o tarea del cual se espera, en la mayoría de los casos, un resultado final (Universidad Tecnológica del Perú - UTP, 2015).

**Costos industriales.** Es el valor económico que se consume a raíz de las operaciones industriales consistentes en la transformación de materias primas en recursos terminados (Díaz, 2010).

Es el valor a pagar, ya sean económicos, humanos, materiales u otros, por el desarrollo de un determinado proceso a fin de conseguir resultados específicos (Espinoza, 2013).

**Clasificación de los costos.** Según la función que desempeñan, los costos se categorizan como: costos industriales, costos comerciales y costos financieros.

Los costos industriales se dividen a su vez en: Costos directo e indirectos. Los cuales se categorizan como:

- Costos de materia prima directa
- Costos de mano de obra directa
- Costos indirectos de fabricación.

Estos últimos, costos indirectos de fabricación, se subdividen en: Costos de mano de obra indirecta y costos de servicios indirectos.

**Costos de mano de obra indirecta.** Son aquellos costos relacionados con el personal que no está involucrado de manera directa con la transformación de la materia prima en productos terminados; es decir, aquel recurso humano que no participa en el proceso productivo, sino que, mediante su labor, contribuye a que los procesos de apoyo, del proceso principal, se mantengan siempre operativos (Díaz, 2010). Este costo se determina mediante:

$$CMOI = \sum_{i=1}^n (CUH \times HT_i)$$

Fuente: Administración de operaciones (Schroeder, 2009)

Dónde:

- ✓ CMOI = Costo total de la mano de obra directa por periodo.
- ✓ CUH = Costo unitario, por hora, de la mano de obra indirecta.
- ✓ HT = Horas trabajadas.

**Costos de servicios indirectos.** Son los costos relacionados con el alquiler de maquinarias o equipos que contribuyen, de manera indirecta, en el proceso productivo. Su integración se da en los procesos de apoyo, del proceso principal (Díaz, 2010). Se estima de la siguiente manera:

$$CSI = \sum_{i=1}^n (CUM \times HT)$$

Fuente: Administración de operaciones (Schroeder, 2009)

Dónde:

- ✓ CSI = Costo total de servicios indirectos, por periodo.
- ✓ CUH = Costo unitario, por hora, del alquiler de maquinaria.
- ✓ HT = Horas trabajadas de la maquinaria.

**Tasa de variación del costo total del proceso.** Determina el porcentaje de variación del costo total de un proceso de un periodo respecto a otro.

Indicador: 
$$\frac{\text{Costo del periodo actual} - \text{costo periodo anterior}}{\text{Costo Total del periodo anterior.}} \times 100\%$$

Fuente: Administración de operaciones (Schroeder, 2009)

#### 1.4. Formulación del problema

¿De qué manera incide la mejora del proceso de llenado de escoria, en los costos del área de generación de vapor de la empresa Casa Grande S.A.A.?

### **1.5. Justificación del estudio**

La investigación se justifica científicamente ya que, durante su desarrollo, se seguirá el método científico de las investigaciones cuantitativas cuyo procedimiento es organizado, sistémico, estructurado y objetivo; a fin de observar, analizar y evaluar las causas raíz que incrementan los costos en el proceso de llenado de escoria, de la empresa Casa Grande S.A.A., vinculándola con sus efectos, permitiendo identificar la secuencia de sucesos que integran dicha deficiencia.

Asimismo, se justifica epistemológicamente debido a que pretende aplicar los conceptos y métodos teóricos, propios de la ingeniería, en una empresa del sector agroindustrial que realiza sus operaciones en condiciones reales, permitiendo usar dicha información para proponer soluciones a las deficiencias identificadas en los procesos de la empresa; para luego analizar el impacto de las mismas sobre la organización.

Se justifica metodológicamente ya que, la investigación, pretende formular, proponer e implementar mejoras en el proceso de llenado de escoria, de la empresa Casa Grande S.A.A., siguiendo un procedimiento definido y organizado basado en las metodologías relacionadas existentes, tales como el método de Edwar Deming, el método AMFE y el método de mejora continua Kaizen.

La investigación realizada en Casa Grande S.A.A. es de carácter práctico pues tiene como finalidad reducir los costos mediante la implementación de metodologías, herramientas y técnicas propias de la Ingeniería Industrial para solucionar los problemas en el área, los mismos que son esenciales para la sostenibilidad de la empresa. Por lo tanto, se pretende mejorar el proceso de llenado de escoria del área generación de vapor de la empresa mediante la implementación de mejoras continuas. Con esto, se incrementaría en un

porcentaje significativo la productividad de la empresa, el cual se vería reflejado en la reducción de los costos operativos de la misma.

La investigación tiene el fin de prevenir y minimiza los impactos ambientales que podrían originar las operaciones del área de generación de vapor de la empresa Casa Grande S.A.A. Para ello se enfoca en la eficiencia energética, el uso eficiente de los recursos naturales y la minimización de la contaminación ambiental.

## **1.6. Hipótesis**

La mejora en el proceso de llenado de escoria reducirá los costos del área generación de vapor, de la empresa Casa Grande S.A.A.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. General**

Reducir los costos del área generación de vapor mediante la implementación de mejoras en el proceso de llenado de escoria, de la empresa Casa Grande S.A.A.

### **1.7.2. Objetivos específicos**

- Determinar el estado actual de los costos del proceso de llenado de escoria, del área generación de vapor.
- Evaluar el proceso de llenado de escoria, del área generación de vapor.
- Proponer e implementar mejoras en el proceso de llenado de escoria, del área de generación de vapor.
- Determinar los costos del proceso de llenado de escoria, después de la implementación de mejoras.

## **II. MÉTODO:**

## 2.1. Diseño de la investigación

La presente investigación es del tipo experimental, según el grado de manipulación de sus variables, ya que se excitará la variable dependiente (costos) para que esta altere su valor (disminuya) a través de la implementación progresiva de mejoras continuas en el proceso de llenado de escoria, de la empresa Casa Grande S.A.A.

Respecto a su diseño, es del tipo Pre - Experimental con Preprueba y post-prueba, sin grupo de control. A continuación, se muestra el diseño de la investigación:

### Esquema:

$$\text{G: } O_1 - X - O_2$$

### Donde:

- G: Proceso de llenado de escoria, en el área de generación de vapor.
- O1: Situación inicial de los costos operativos del proceso de llenado de escoria, del área de generación de vapor.
- X: Implementación de mejoras en el proceso de llenado de escorias.
- O2: Situación final de los costos operativos del proceso de llenado de escoria, del área de generación de vapor.

## 2.2. Variables

### 2.2.1. Variable independiente:

***Mejora del proceso.*** Es un esfuerzo continuo para mejorar productos, servicios o procesos. Estos esfuerzos pueden buscar una mejora "incremental" a lo largo del tiempo o una mejora "decisiva", o ambas a la vez. El objetivo de las mejoras es incrementar la eficiencia y productividad del proceso (Instituto Uruguayo de Normas Técnicas, 2009).

### 2.2.2. Variable dependiente:

***Costos.*** Es el valor económico que se consume a raíz de las operaciones industriales consistentes en la transformación de materias primas en recursos terminados (Díaz, 2010).



### 2.2.3. Operacionalización de variables

Tabla 1: Operacionalización de variables

| Variable                  | Definición conceptual   | Definición operacional (Dimensiones)   | Dimensiones   | Indicadores  | Escala medición |
|---------------------------|---|--|---|--|-----------------|
| <b>Mejora del proceso</b> | Es un esfuerzo continuo para mejorar productos, servicios o procesos. Estos esfuerzos pueden buscar una mejora "incremental" a lo largo del tiempo o una mejora "decisiva", o ambas a la vez. El objetivo de las mejoras es incrementar la eficiencia y productividad del proceso (IUNT, 2009). | Es un procedimiento que permite mejorar la calidad de los procesos a través de cuatro fases (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar), resultando su aplicación beneficiosa para la gestión de los procesos de una organización. | <b>Tiempo promedio del proceso</b>                    | $TPP = \frac{\sum_{i=1}^n TUP}{N^{\circ}PE}$   | Razón           |
|                           |   |  | <b>Productividad del proceso</b>                      | $PP = \frac{CTP}{Tn \text{ Procesadas}}$   | Razón           |
|                           |   |  | <b>Mejora del proceso</b>                             | $MP = \frac{N^{\circ} AEjec.}{N^{\circ} AProg.}$   | Razón           |
| <b>Costos</b>             | Es el valor económico que se consume a raíz de las operaciones industriales consistentes en la transformación de materias primas en recursos terminados (Díaz, 2010).   | Son aquellos costos inherentes al proceso de llenado de escoria de la empresa, los mismos que comprenden los costos de mano de obra indirecta y los costos de servicios indirectos.  | <b>Costo de mano de obra indirecta.</b>               | $CMOI = \sum_{i=1}^n (CUH \times HT)$  | Ordinal         |
|                           |   |  | <b>Costos de servicios indirectos.</b>                | $CSI = \sum_{i=1}^n (CUM \times HT)$   | Ordinal         |
|                           |   |  | <b>Tasa de variación del costo total del proceso.</b> | $\frac{\text{Costo actual} - \text{costo anterior}}{\text{Costo anterior}} \times 100\%$ | Razón           |

Fuente: Elaboración propia

### **2.3. Población y muestra**

- La población está conformada por todas las actividades que conforman los procesos industriales de la empresa Casa Grande S.A.A.
- La muestra está conformada por todas las actividades del proceso de llenado de escoria, del área de generación de vapor, de la empresa Casa Grande S.A.A.

### **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

- Para determinar la situación actual de los costos del proceso de llenado de escoria, del área de generación de vapor, se empleó como técnica el análisis documental de los costos y se utilizaron como instrumentos de registro de datos la hoja de costos de mano de obra directa (anexo A1), la hoja de costos de servicios indirectos (anexo A2) y la hoja de costo indirecto total (anexo A3).
- Al momento de evaluar el proceso de llenado de escoria se empleó como técnica la observación de campo y como instrumento la tabla de evaluación de problemas (Anexo A5), como técnica la lluvia de ideas e instrumentos el diagrama causa – efecto (Anexo B1), como técnica la encuesta a expertos e instrumento el cuestionario (Anexo C4) y la tabla de consolidación de respuestas (Anexo A7), y el análisis documental; como técnica e instrumentos los formatos de evaluación de procesos mostrados en los (Anexos C2 Y C3); dicha información fue registrada y ordenada en los instrumentos de evaluación de deficiencias que se muestran en los anexos A5, A7, B1, C1, C2, C3 y C4.
- Con el objeto de proponer e implementar mejoras en el proceso de llenado de escoria de la empresa Casa Grande S.A.A.; se empleó como técnica de recolección de datos la observación de campo y el análisis documental de los datos obtenidos en los puntos anteriores; como

instrumentos de registro de información se utilizó la tabla para mejora de procesos (anexo A6) y los formatos de diagrama de flujo de procesos industriales (anexo B2 y C3).

- Para determinar los costos finales del proceso de llenado de escoria (después de la implementación de las mejoras industriales) se empleó como técnica de recolección de información el análisis documental de los costos y se utilizaron como instrumentos de registro de datos las tablas de costos de mano de obra directa (anexo A1), la tabla de costos de servicios indirectos (anexo A2) y la tabla de costo indirecto total (anexo A3); asimismo, se emplearon las matrices de cálculo de costos indirectos que se muestran en los anexos A8 y A9.

#### **2.4.1. Validez y confiabilidad**

En los anexos C5, C6 y C7 se muestran las fichas de validación de instrumentos.

### **2.5. Métodos de análisis de datos**

- Analítico – Sintético. La investigación se desarrolló mediante la observación, medición y análisis de los diferentes elementos que componen las variables de la investigación permitiendo desagregarlas al máximo y al detalle; asimismo, estudiar sus características intrínsecas comprendiendo como se relacionan con el resto de elementos del sistema, finalizando en un estudio holístico.
- Deductivo – Inductivo. El estudio se centró en enfoques superficiales y generales para luego profundizar en la investigación hasta llegar a la parte esencial del estudio.

### **2.6. Aspectos éticos.**

El autor de la presente investigación, basado en sus principios éticos y morales, respetó la propiedad intelectual de las referencias consultadas, así como, garantiza la veracidad y confiabilidad de la información recabada para el desarrollo del estudio.

## **III. RESULTADOS**

### 3.1. Determinar el estado actual de los costos del proceso de llenado de escoria, del área de generación de vapor.

A continuación determinaremos los costos de mano de obra indirecta y los costos de servicios indirectos.

#### 3.1.1. Costos de mano de obra indirecta.

Los costos de mano de obra indirecta (CMOI) son aquellos relacionados con el personal que no está involucrado de manera directa en la transformación de la materia prima en productos terminados; es decir, aquel recurso humano que no participa en el proceso productivo, sino que, mediante su labor, contribuye a que los procesos de apoyo, del proceso principal, se mantengan siempre operativos (Díaz, 2010). Este costo se determina mediante la ecuación:

$$CMOI = \sum_{i=1}^n (CUH \times HT)$$

*Fuente:* Administración de operaciones (Schroeder, 2009)

Dónde:

- ✓ CMOI = Costo total de la mano de obra indirecta por periodo.
- ✓ CUH = Costo unitario, por hora, de la mano de obra indirecta.
- ✓ HT = Horas trabajadas.

Para el caso del proceso de llenado de escoria, este es un proceso de apoyo (o soporte) del proceso principal, de la industria Casa Grande S.A.A.; por lo tanto, los costos del recurso humano que ejecuta labores en el proceso de llenado de escoria vendrían a ser el costo de mano de obra indirecta (CMOI).

Con el objeto de determinar los CMOI, involucrado en el proceso de llenado de escoria, es necesario realizar el cálculo de manera mensual, empleando como fuente los registros históricos de los costos indirectos

de fabricación de la empresa Casa Grande S.A.A, los mismos que se han organizado en matrices de costeo mensual que se muestran en el anexo A8.

En el proceso de llenado de escoria participan 09 colaboradores distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 2:  
*Funciones y costo de MOI*

| <b>Ítem</b> | <b>Función</b>            | <b>Costo H-H</b> | <b>RR.HH.</b> |
|-------------|---------------------------|------------------|---------------|
| 1           | Operador volquete         | S/ 15.63         | 1             |
| 2           | Operador cargador frontal | S/ 17.50         | 1             |
| 3           | Operador grúa Terex       | S/ 17.50         | 1             |
| 4           | Guía de movilización      | S/ 7.50          | 2             |
| 5           | Personal de apoyo         | S/ 7.50          | 3             |
| 6           | Supervisor de operaciones | S/ 17.50         | 1             |

Fuente: Anexo A8

Se sabe que, en promedio, el tiempo de ejecución del proceso oscila en un intervalo de 8 a 12 horas, con una frecuencia de 4 veces por mes; recordar que el proceso se ejecuta cuando la capacidad calorífica de la escoria, que se consume en el área de generación de vapor, se ha saturado en un 80%. Por lo tanto, al aplicar la ecuación del CMOI, se logró determinar su valor mensual, tal como se muestra a continuación:

Tabla 3:  
*Costo mensual de MOI*

| <b>Mes</b>              | <b>Orden de trabajo</b> | <b>CMOI</b> | <b>Tasa de var. mensual</b> |
|-------------------------|-------------------------|-------------|-----------------------------|
| Marzo                   | Llenado escoria         | S/ 4,013.75 | -                           |
| Abril                   | Llenado escoria         | S/ 4,436.25 | 10.53%                      |
| Mayo                    | Llenado escoria         | S/ 4,647.50 | 4.76%                       |
| <b>Promedio de CMOI</b> |                         | S/ 4,365.83 |                             |

Fuente: Anexo A8

De la tabla anterior, se puede concluir que, en promedio, los costos de mano de obra indirecta, involucrados en el proceso de llenado de escoria, equivalen a S/ 4,365.83 mensuales.

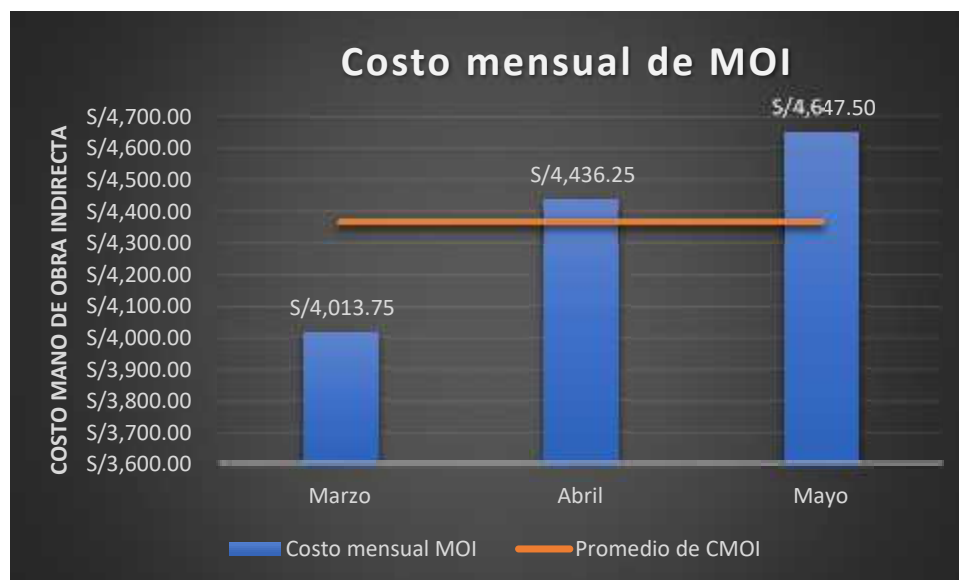


Figura 2: Costo mensual de MOI

Fuente: Tabla N° 03

De la Figura N° 02 se concluye que, los costos mensuales de MOI, han descrito una tendencia hacia el alza durante los últimos meses; debido, sobre todo, a que los tiempos del proceso de llenado de escoria también se han incrementado en la misma proporción.

### 3.1.2. Costos de servicios indirectos.

Son aquellos costos relacionados con el alquiler de maquinarias o equipos que contribuyen, de manera indirecta, en el proceso productivo. Su integración se da en los procesos de apoyo, del proceso principal (Díaz, 2010). Se estima de la siguiente manera:



$$CSI = \sum_{i=1}^n (CUM \times H_1)$$

*Fuente:* Administración de operaciones (Schroeder, 2009)

Dónde:

- ✓ CSI = Costo total de servicios indirectos, por periodo.
- ✓ CUH = Costo unitario, por hora, del alquiler de maquinaria.
- ✓ HT = Horas trabajadas de la maquinaria.

El proceso actual de llenado de escoria requiere de maquinaria pesada y vehículos de transporte de carga los cuales, en la empresa Casa Grande S.A.A., se alquilan involucrando los siguientes costos:

Tabla 4:  
*Costos horas máquina*

| <i>Ítem</i> | <i>Descripción de la maquinaria</i> | <i>Costo Hora-Maq.</i> | <i>Cant.</i> |
|-------------|-------------------------------------|------------------------|--------------|
| 1           | Volquete 8Tn                        | S/ 108.00              | 1            |
| 2           | Cargador frontal                    | S/ 159.00              | 1            |
| 3           | Grúa Terex                          | S/ 283.00              | 1            |

*Fuente:* Anexo A9

Es importante resaltar que, los costos de operación de maquinaria descritos en la tabla anterior, incluyen tanto el costo del servicio (Costo de operación por hora) más los gastos por combustible.

Con el objeto de estimar los costos de servicios indirectos (CSI), se analizaron los registros históricos de costos de alquiler del proceso de llenado de escoria, los mismos que se organizaron en las matrices de costeo que se muestran en el Anexo A9.

Mediante la aplicación de la ecuación de CSI, se lograron estimar los costos mensuales de servicios indirectos, tal como se muestra a continuación:

Tabla 5:  
*Costos mensuales de servicios indirectos*

| <i>Mes</i>             | <i>Orden de trabajo</i> | <i>CSI</i>   | <i>Tasa de var. mensual</i> |
|------------------------|-------------------------|--------------|-----------------------------|
| Marzo                  | Llenado escoria         | S/ 20,900.00 | -                           |
| Abril                  | Llenado escoria         | S/ 23,100.00 | 10.53%                      |
| Mayo                   | Llenado escoria         | S/ 24,200.00 | 4.76%                       |
| <b>Promedio de CSI</b> |                         | S/ 22,733.33 |                             |

Fuente: Anexo A9.

De la tabla anterior, se concluye que los costos mensuales de servicios indirectos promedian en S/ 22,733.33, mostrando una tendencia creciente durante los meses en análisis, tal como se muestra en la figura N° 03

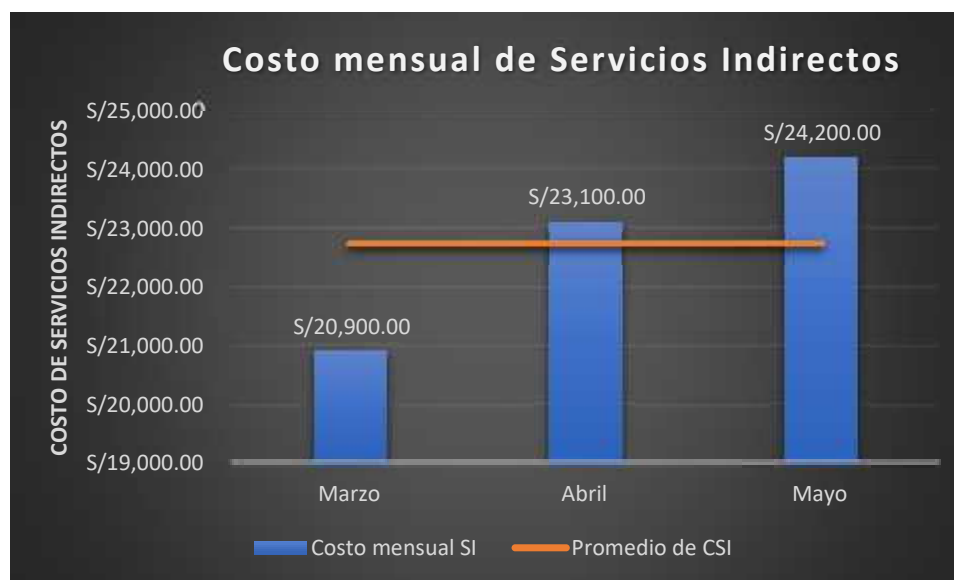


Figura 3: Costos mensuales de servicios indirectos

Fuente: Tabla N° 05.

### 3.1.3. Total de costos indirectos del proceso de llenado de escoria.

Mediante la suma de los costos promedios de mano de obra indirecta y los costos promedios de servicios indirectos se puede estimar el costo indirecto total involucrados en el proceso de llenado de escoria, de la empresa Casa Grande S.A.A., el mismo que es equivalente a S/27,099.17 mensuales.

Tabla 6:  
*Costos Indirectos Totales*

| <i>Mes</i>                     | <i>Orden de trabajo</i> |    | <i>CMOI</i> |    | <i>CSI</i> |    | <i>C. mensual</i>   |
|--------------------------------|-------------------------|----|-------------|----|------------|----|---------------------|
| Marzo                          | Llenado escoria         | S/ | 4,013.75    | S/ | 20,900.00  | S/ | 24,913.75           |
| Abril                          | Llenado escoria         | S/ | 4,436.25    | S/ | 23,100.00  | S/ | 27,536.25           |
| Mayo                           | Llenado escoria         | S/ | 4,647.50    | S/ | 24,200.00  | S/ | 28,847.50           |
| <b>Costo total del periodo</b> |                         |    |             |    |            |    | <b>S/ 81,297.50</b> |

Fuente: Tabla N° 03 y 05.

Como se evidencia en la tabla N° 06, los costos indirectos mensuales han totalizado (de marzo a mayo, del 2018) S/ 81,297.50, costo considerado muy elevado por la alta dirección de la empresa, asimismo el CIT sigue una tendencia creciente con una tasa mensual de 4.76%, tal como se observa en la Figura N° 04.

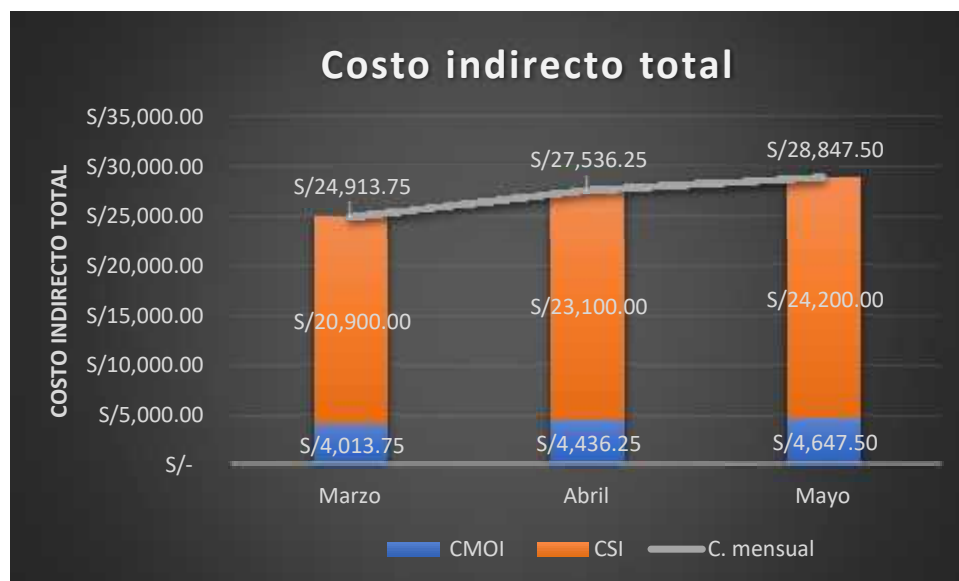


Figura 4: Costo indirecto total

Fuente: Tabla N° 06

### 3.2. Evaluar el proceso de llenado de escoria, del área de generación de vapor.

#### 3.2.1. Generalidades de la empresa

##### ➤ Datos generales:

- Razón social: Casa Grande Sociedad Anónima Abierta
- RUC: 20131823020
- CIIU: 15420
- Dirección legal: Av. Parque Fábrica Nro. S/n, Distrito de Casa Grande, Provincia de Ascope, Región La Libertad.
- Gerencia: Corporación Azucarera del Perú Sociedad Anónima - Coazúcar del Perú S.A.
- Objeto social: Agroindustria, transformación industrial de caña de azúcar, producción de alcohol, derivados de la caña de azúcar, comercio exterior.

➤ Datos institucionales:

- Descripción de la organización: Casa Grande S.A.A. es una empresa agroindustrial dedicada al cultivo e industrialización de caña de azúcar y de sus derivados: azúcar, alcohol, melaza y bagazo. Se localiza a 610 km al norte de Lima, en la provincia de Ascope, Región La Libertad (Casa Grande S.A.A., 2018).

Es la azucarera más grande del país, con más de 30 mil hectáreas de superficie. Forma parte del Grupo Gloria desde el 29 de enero del 2006. En la actualidad tiene más de 20 mil hectáreas cultivadas, con una molienda diaria de 9000 toneladas de caña de azúcar y una producción de azúcar de 1,000 toneladas por día. Cuenta también con una destilería, cuya capacidad de producción es de 18 millones de litros de alcohol por año (Casa Grande S.A.A., 2018).

- **Misión:** Mantener el liderazgo en cada uno de los mercados en los que participamos, a través de la producción y comercialización de bienes; con marcas que garanticen un valor agregado para nuestros clientes y consumidores; los procesos y acciones de todas las empresas de la corporación se desarrolla en un entorno que motiva muchos a sus colaboradores, mantiene el respeto y la armonía en las comunidades donde opera y asegura el máximo retorno de la inversión para sus accionistas (Coazúcar del Perú S.A., 2018).

- **Visión:** Ser una empresa de capitales peruanos con un portafolio diversificado de negocios, con presencia y proyección internacional. Aspiramos a satisfacer las necesidades de nuestros clientes y consumidores con servicios y productos de la más alta calidad, siendo siempre su primera opción (Coazúcar del Perú S.A., 2018).
  
- Productos:
  - Azúcar rubia, presentaciones:
    - ✓ Casa grande azúcar rubia x 1 kg bolsa
    - ✓ Casa grande azúcar rubia x 2 kg bolsa
    - ✓ Casa grande azúcar rubia x 5 kg bolsa
    - ✓ Casa grande azúcar rubia x 50 kg saco
  - Alcohol: Alcohol etílico rectificado de 96° y alcohol etílico industrial de 94°.
  - Melaza y Bagazo
  
- Capital social, acciones y directorio:
  - El Capital Social de la compañía suscrito, pagado e inscrito en Registros Públicos es de S/. 842, 345,500.71, el mismo que se encuentra dividido en 84, 234,548 acciones comunes con un valor nominal de S/. 10 cada una.

- Estructura accionaria:

Tabla 7:

*Estructura Accionaria de Casa Grande S.A.A.*

| Accionista                          | %     | Grupo Económico | Nacionalidad |
|-------------------------------------|-------|-----------------|--------------|
| Corporación Azucarera del Perú S.A. | 58.22 | Grupo Gloria    | Peruana      |
| Gubbins Granger Alejandro Henry     | 5.34  | Inversorista    | Peruana      |

*Fuente:* Memoria Anual 2017 Casa Grande S.A.A. (Casa Grande S.A.A., 2018).

- Directorio:
  - ✓ Presidente: Jorge Columbo Rodríguez Rodríguez.
  - ✓ Vice – presidente: Vito M. Rodríguez Rodríguez
  - ✓ Director: Claudio José Rodríguez Huaco Director
  - ✓ Gerente General: John Anthony Carty Chirinos

➤ Estados financieros:

- El activo total, al 31 de diciembre del año 2017, fue de S/ 1,709,625 mil, menor en S/38,002 mil o 2.17%, respecto a diciembre del 2016 que fue S/ 1, 747,627 mil (Casa Grande S.A.A., 2018).
- El pasivo total al 31 de diciembre del 2017 fue de S/ 342,833 mil, menor en S/ 7,157 mil o 2.04%, respecto a diciembre de 2016 que fue de S/ 349,990 mil (Casa Grande S.A.A., 2018).
- El Patrimonio de la compañía, en miles de soles, al 31 de diciembre de 2017 es de S/. 1, 366,792.

### 3.2.2. Delimitación e identificación de problemas en los procesos.

❖ Procedimiento:

Con el objeto de identificar las deficiencias que mayor impacto causan sobre los costos de la organización, se invitó a 10 expertos (colaboradores internos) a participar en una reunión de trabajo cuyo fin es identificar aquellos problemas más urgentes por resolver en la organización. A continuación, se describe el procedimiento empleado:

- 1º) Se organizó y convocó a reunión a 10 especialistas de, las 5 divisiones industriales de la organización (jefes de área, personal de planta, mantenimiento y operarios).
- 2º) A estos expertos, se les solicitó mencionar las principales deficiencias que han identificado en los procesos de planta, enumerándolas en un panel de escritura (pizarra). Para ello se aplicó el Brainstorming como técnica de recolección de datos.
- 3º) Se evaluaron los costos inherentes a las deficiencias, identificándose aquellas que mayor impacto tengan sobre los costos de la organización.
- 4º) Finalmente se identifica la deficiencia con mayor impacto sobre los costos de la empresa.

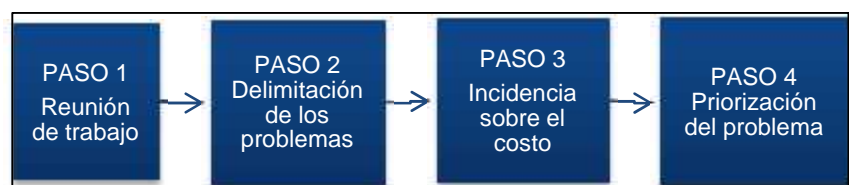


Figura 5: Procedimiento para la identificación de problemas.  
Fuente: Elaboración propia.



❖ Delimitación de problemas en los procesos:

Durante el primer semestre del año 2018, se convocó a reunión a 10 expertos involucrados con los procesos internos de la organización (Ver Anexo D2); a estos, se les solicitó enunciar deficiencias que hayan identificado dentro de la planta industrial, los mismo que fueron descritos tal como se muestra a continuación:

Tabla 8:  
*Cuadro de identificación de problemas*

| Ítem | Problema   | Descripción del problema   | Área                                   |
|------|--|--|--|
| 1    | Elevado costo del mantenimiento preventivo, de la sub-estación eléctrica 04. | Incremento del costo mensual del mantenimiento preventivo, de la Sub – Estación, en un 35% respecto al 2017. | Dpto. de MTTO eléctrico.               |
| 2    | Alto costo del mantenimiento correctivo de las trituradoras de carbón.       | Un 25% superior al periodo anterior, gracias a la falta de especialistas en ese tipo de maquinarias.         | Dpto. de Generación de vapor.          |
| 3    | Fallas frecuentes en las cadenas de transmisión de fajas transportadoras.    | Por acumulación de bagazo y otros elementos en los sistemas de transmisión de las fajas transportadoras.     | Div. De elaboración                    |
| 4    | Fallas constantes en las centrifugadoras C4 y C8.                            | Las paradas inesperadas de las centrifugadoras C4 y C8 han mermado su productividad en un 35%.               | Dpto. de cristalización y centrifugado |
| 5    | Baja eficiencia de los sistemas de bombeo de jugo.                           | Fugas de presión en el sistema de bombeo.  | Div. De elaboración                    |
| 6    | Paradas inesperadas por fallas en PLC.                                       | Configuración deficiente de los PLC's.   | Div. De elaboración                    |
| 7    | Excesivo costo en el proceso de llenado de escoria                           | Incremento de un 30% del costo del proceso respecto al año anterior.   | Dpto. de Generación de vapor.          |

*Fuente:* Reunión de trabajo con expertos internos

❖ Jerarquización de problemas en los procesos de la empresa:

Identificados los principales problemas de la empresa, estos deben ser jerarquizados según su costo medio mensual, tal como se observa en la tabla N° 09:

Tabla 9:  
*Cuadro de jerarquización de problemas, según su costo*

| Ítem | Problema   | Área                                   | Costo mensual medio |           |
|------|--|--|---------------------|-----------|
| 1    | Excesivo costo en el proceso de llenado de escoria                           | Dpto. Generación de vapor.             | S/                  | 27,099.17 |
| 2    | Elevado costo del mantenimiento preventivo, de la sub-estación eléctrica 04. | Dpto. de MTTO eléctrico.               | S/                  | 18568.30  |
| 3    | Fallas constantes en las centrifugadoras C4 y C8.                            | Dpto. de cristalización y centrifugado | S/                  | 15269.24  |
| 4    | Alto costo del mantenimiento correctivo de las trituradoras de carbón.       | Dpto. de Generación de vapor.          | S/                  | 14173.58  |
| 5    | Fallas frecuentes en las cadenas de transmisión de fajas transportadoras.    | Div. De elaboración                    | S/                  | 13782.95  |
| 6    | Baja eficiencia de los sistemas de bombeo de jugo.                           | Div. De elaboración                    | S/                  | 13248.67  |
| 7    | Paradas inesperadas por fallas en PLC.                                       | Div. De elaboración                    | S/                  | 12745.44  |

*Fuente:* Reunión de trabajo con expertos internos

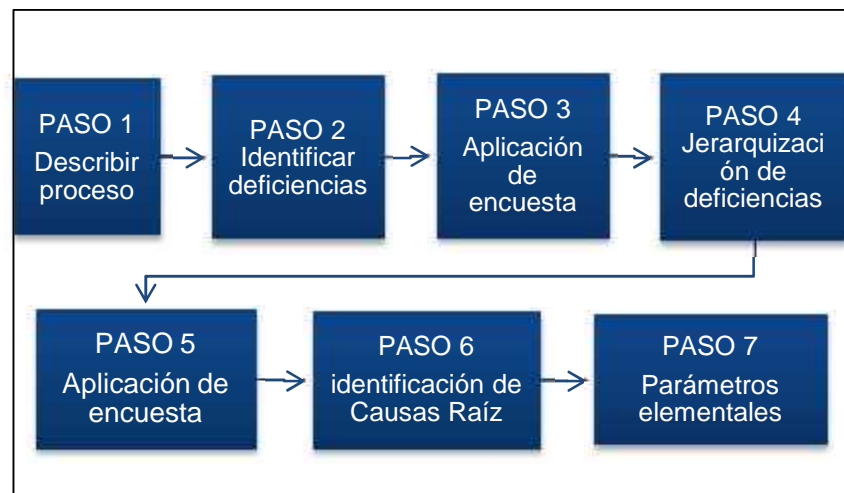
Como se visualiza en la tabla anterior, las deficiencias presentes en el proceso de llenado de escoria originaron que su costo medio mensual sufra un incremento de hasta un 30% respecto al año 2017.

### 3.2.3. Evaluación del proceso deficiente.

❖ Procedimiento:

Identificado el problema con mayor impacto en los costos de la organización; se procedió a evaluar el proceso problemático a fin de determinar sus principales deficiencias; para ello se realizaron las siguientes actividades:

- 1°) En la misma reunión, vista en el ítem 3.2.2, y con ayuda de especialistas del proceso problemático; se procedió a describir el proceso de llenado de escoria.
- 2°) Luego, mediante la técnica de Brainstorming, se solicitó a los expertos identificar las principales deficiencias del proceso.
- 3°) Seguidamente, mediante la aplicación de una encuesta, se solicitó a los expertos indicar la urgencia de solución de las deficiencias identificadas, expresada en un nivel de prioridad.
- 4°) Posteriormente, se jerarquizaron las deficiencias (problemas) según los resultados de la encuesta aplicada en el paso anterior.
- 5°) Se identificaron las deficiencias con mayor prioridad de solución.
- 6°) Se determinaron las causas raíz de las deficiencias priorizadas.
- 7°) Finalmente se evaluaron los parámetros elementales del proceso deficiente (Tiempo y productividad).



*Figura 6: Procedimiento para la identificación de problemas.  
Fuente: Elaboración propia.*

❖ Descripción del proceso de llenado de escoria:

El proceso de llenado de escoria consiste en retirar la escoria ya usada del caldero de lecho fluidizado, cuando esta ha perdido más del 80% de su capacidad calorífica, para ser reemplazada por otra. El proceso inicia al suministrar escoria, a través de un volquete de 8 Tn, desde el almacén principal (ubicado a 1.2 Km del comienzo del proceso) hasta un almacén improvisado más cercano a la línea de alimentación de escoria; luego, mediante un cargador frontal, se llena un contenedor de 2 Tn el mismo que es izado y elevado a una altura de 16 metros mediante una grúa Terex, donde es depositada la escoria en una faja transportadora que la ingresa hacia el caldero (conductor alimentador). Este ciclo involucra costos de personal (operarios, guías y supervisores), costos de maquinarias (cargador frontal, grúa y volquete), entre otros costos inherentes; asimismo, el ciclo requiere un promedio de 2 horas para completarse, tiempo que el contenedor está suspendido por la grúa Terex dejando

caer la escoria sobre las fajas transportadoras; este ciclo se repite cuatro veces para completar el proceso, involucrando los recursos antes mencionados por un plazo mayor a 8 horas, tiempo casi tres veces superior respecto a otras industrias que realizan el mismo proceso. Es importante considerar que el proceso se concreta cada 8 días al mes, ó 40 veces al año.

En el Anexo B5 se muestra el diagrama de flujo del proceso de llenado de escoria.

❖ Identificación de deficiencias en el proceso:

Con ayuda de especialistas del Departamento de Generación de vapor, se lograron identificar las principales problemáticas (deficiencias) presentes en el proceso de llenado de escoria, de la empresa Casa Grande S.A.A.; las mismas que fueron enumeradas y descritas en la tabla N° 10.

Se debe recalcar, que el aporte de especialistas del Departamento de Generación de Vapor permitió definir con claridad y profundidad los problemas relevantes para el proceso en mención.

A continuación, la tabla de deficiencias del proceso de llenado de escoria:

Tabla 10:  
*Deficiencias en el proceso de llenado de escoria*

| Ítem | Problema   | Descripción del problema   |
|------|--|--|
| 1    | Excesivo tiempo consumido en el proceso.                           | 4 ciclos de alimentación de escoria para completar el proceso, cada uno con un tiempo medio mayor a 2 horas.                               |
| 2    | Riesgo de contaminación de la escoria.                             | Debido a que la escoria es depositada en un almacén temporal que no ha sido acondicionado para dicha función.                              |
| 3    | Contaminación ambiental por la carga y descarga de escoria.        | El movimiento de carga y descarga de la escoria genera sólidos en suspensión que se esparcen por toda la fábrica y zonas urbanas cercanas. |
| 4    | Baja productividad del proceso.                                    | Se consumen demasiados recursos humanos y financieros en el proceso.   |
| 5    | Riesgo de humedecimiento de la escoria.                            | La escoria es depositada en un almacén temporal sin protección contra precipitaciones.   |
| 6    | Escasa iluminación cuando el proceso se realiza en el turno noche. | Las luminarias instaladas no son suficientes para brindar una iluminación adecuada cuando se ejecuta el proceso.                           |

*Fuente:* Reunión de trabajo con expertos internos

#### ❖ Jerarquización de las deficiencias:

Los problemas descritos en el punto anterior, fueron jerarquizados, según su nivel de prioridad de atención y solución. Para ello se aplicó la encuesta N° 01, que se muestra en el anexo C4, dirigida a los expertos presentes en la reunión de trabajo.

Las respuestas de los expertos fueron consolidadas en la tabla de resultados de la encuesta N° 01 (Ver Anexo A10); asimismo, se determinó el nivel de prioridad de las deficiencias del proceso, tal como se muestra a continuación:

Tabla 11:  
*Cuantificación de la prioridad de los problemas en el proceso de llenado de escoria.*

| Ítem | Problema   | Descripción del problema   | Escala de prioridad |
|------|--|--|---------------------|
| 1    | Excesivo tiempo consumido en el proceso.                           | 4 ciclos de alimentación de escoria para completar el proceso, cada uno con un tiempo medio mayor a 2 horas.                               | 4.5                 |
| 2    | Riesgo de contaminación de la escoria.                             | Debido a que la escoria es depositada en un almacén temporal que no ha sido acondicionado para dicha función.                              | 2.9                 |
| 3    | Contaminación ambiental por la carga y descarga de escoria.        | El movimiento de carga y descarga de la escoria genera sólidos en suspensión que se esparcen por toda la fábrica y zonas urbanas cercanas. | 3.2                 |
| 4    | Baja productividad del proceso.                                    | Se consumen demasiados recursos humanos y financieros en el proceso.   | 4.5                 |
| 5    | Riesgo de humedecimiento de la escoria.                            | La escoria es depositada en un almacén temporal sin protección contra precipitaciones.   | 1.7                 |
| 6    | Escasa iluminación cuando el proceso se realiza en el turno noche. | Las luminarias instaladas no son suficientes para brindar una iluminación adecuada cuando se ejecuta el proceso.                           | 1.5                 |

Fuente: Anexo A10

El cuantificar la prioridad de atención y solución de las deficiencias, en el proceso de llenado de escoria, permite direccionar los esfuerzos hacia aquellas que mayor impacto estén generando sobre el proceso. Por ello, según el valor medio de las respuestas de la encuesta, se procedió a identificar las deficiencias con prioridad de atención alta, tal como se observa en las tablas N° 12, 13 y 14.

Tabla 12:  
*Escala de prioridad de los problemas*

|                 |                   |
|-----------------|-------------------|
| Prioridad alta  | $4 < EP$          |
| Prioridad media | $2.5 < EP \leq 4$ |
| Prioridad bajo  | $EP \leq 2.5$     |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13:  
*Nivel de prioridad de los problemas en el proceso de llenado de escoria.*

| Ítem | Problema   | Descripción del problema   | Escala de prioridad | Nivel de prioridad |
|------|--|--|---------------------|--------------------|
| 1    | Excesivo tiempo consumido en el proceso.                           | 4 ciclos de alimentación de escoria para completar el proceso, cada uno con un tiempo medio mayor a 2 horas.                               | 4.5                 | Prioridad alta     |
| 2    | Riesgo de contaminación de la escoria.                             | Debido a que la escoria es depositada en un almacén temporal que no ha sido acondicionado para dicha función.                              | 2.9                 | Prioridad media    |
| 3    | Contaminación ambiental por la carga y descarga de escoria.        | El movimiento de carga y descarga de la escoria genera sólidos en suspensión que se esparcen por toda la fábrica y zonas urbanas cercanas. | 3.2                 | Prioridad media    |
| 4    | Baja productividad del proceso.                                    | Se consumen demasiados recursos humanos y financieros en el proceso.   | 4.5                 | Prioridad alta     |
| 5    | Riesgo de humedecimiento de la escoria.                            | La escoria es depositada en un almacén temporal sin protección contra precipitaciones.   | 1.7                 | Prioridad baja     |
| 6    | Escasa iluminación cuando el proceso se realiza en el turno noche. | Las luminarias instaladas no son suficientes para brindar una iluminación adecuada cuando se ejecuta el proceso.                           | 1.5                 | Prioridad baja     |

Fuente: Anexo A10



A continuación, se observa las deficiencias jerarquizadas según su nivel de prioridad de atención y solución.

Tabla 14:

*Jerarquización de los problemas, en el proceso de llenado de escoria, según su prioridad.*

| Ítem | Problema   | Escala de prioridad (EP) | Nivel de prioridad |
|------|--|--------------------------|--------------------|
| 1    | Excesivo tiempo consumido en el proceso.                           | 4.5                      | Prioridad alta     |
| 4    | Baja productividad del proceso.                                    | 4.5                      | Prioridad alta     |
| 3    | Contaminación ambiental por la carga y descarga de escoria.        | 3.2                      | Prioridad media    |
| 2    | Riesgo de contaminación de la escoria.                             | 2.9                      | Prioridad media    |
| 5    | Riesgo de humedecimiento de la escoria.                            | 1.7                      | Prioridad baja     |
| 6    | Escasa iluminación cuando el proceso se realiza en el turno noche. | 1.5                      | Prioridad baja     |

Fuente: Tabla N° 13

❖ Identificación de las causas raíz:

En el punto anterior se jerarquizaron las deficiencias del proceso de llenado de escoria, según su nivel de prioridad, lográndose determinar dos problemas con una alta prioridad de atención:

- Excesivo tiempo consumido en el proceso.
- Baja productividad del proceso.

Estas deficiencias fueron analizadas, con el objeto de identificar sus causas raíz; para ello, se empleó el diagrama de causa – efecto como instrumento, tal como se muestra en las figuras N° 07 y 08.

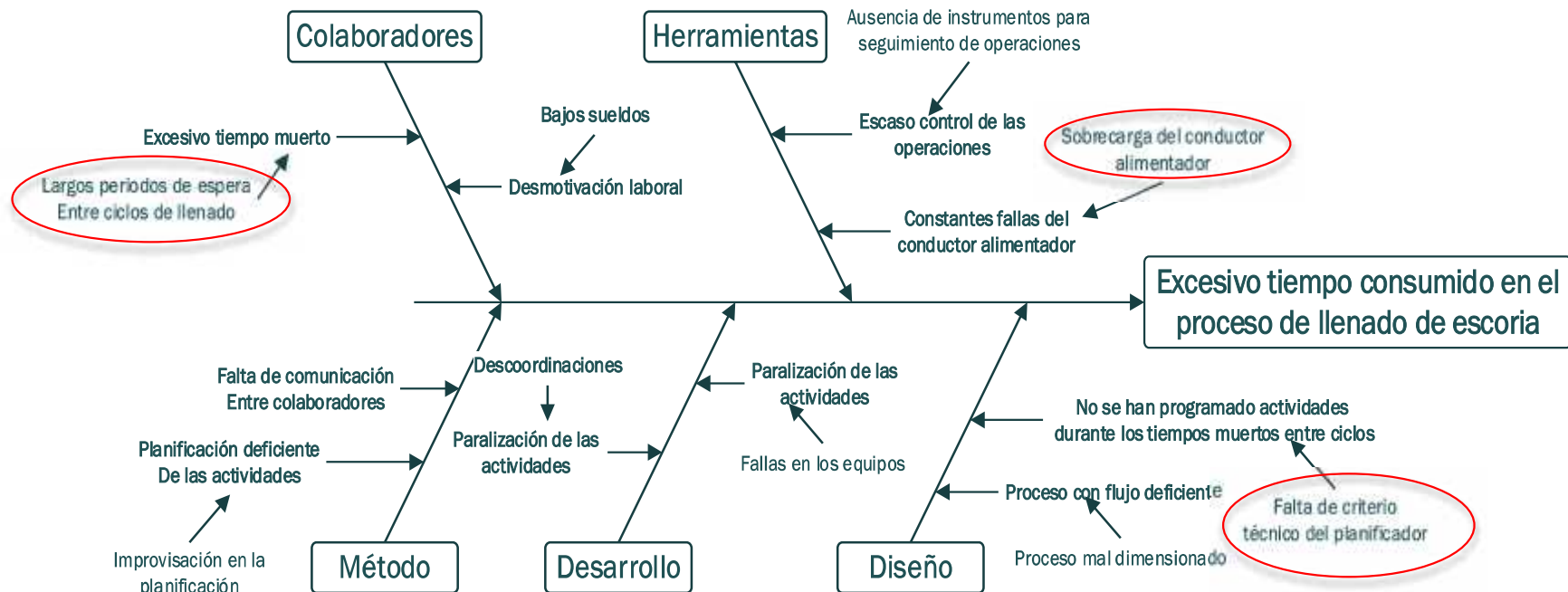


Figura 7: Diagrama de Ishikawa del problema 1  
 Fuente: Reunión de trabajo con expertos internos  
 Referencia: Anexo D6

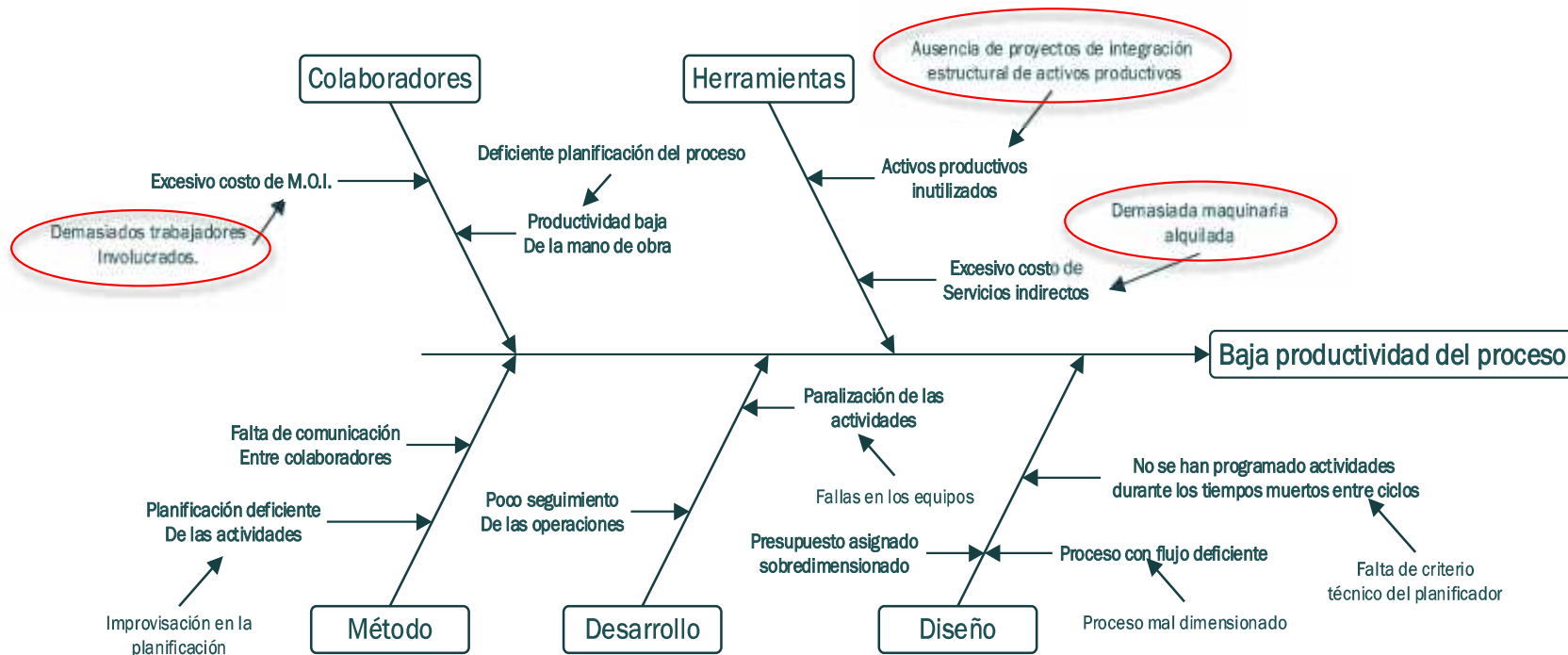


Figura 8: Diagrama de Ishikawa problema 2

Fuente: Reunión de trabajo con expertos internos

Referencia: Anexo D6

Como se evidencia en las Figuras N° 07 y 08, las principales causas que originan las deficiencias priorizadas, en el proceso de llenado de escoria, están relacionadas con el tiempo empleado en el proceso y la ineficiencia en el uso de los recursos económicos y humanos. Por tal razón, es importante analizar los parámetros fundamentales del proceso en análisis, tales como:

- Tiempo medio del proceso (TPP).
- Productividad media del proceso (PP)

El análisis de dichos parámetros se realiza en los ítems 3.2.4 y 3.2.5.

### 3.2.4. Tiempo medio del proceso (TPP)

Con el objeto de determinar el TPP, fue necesario analizar los registros de ejecución del proceso de llenado de escoria durante los meses en análisis (marzo – mayo, 2018), los mismos que se organizaron en la siguiente tabla:

Tabla 15:  
*Historial de tiempos del proceso*

| <i>Ítem</i> | <i>Descripción del proceso</i> | <i>Fecha de ejecución</i> | <i>TUP (Horas)</i> |
|-------------|--------------------------------|---------------------------|--------------------|
| 1           | Llenado de escoria             | 2/03/2018                 | 9.00               |
| 2           | Llenado de escoria             | 9/03/2018                 | 10.00              |
| 3           | Llenado de escoria             | 17/03/2018                | 8.50               |
| 4           | Llenado de escoria             | 25/03/2018                | 10.50              |
| 5           | Llenado de escoria             | 3/04/2018                 | 11.00              |
| 6           | Llenado de escoria             | 11/04/2018                | 10.50              |
| 7           | Llenado de escoria             | 19/04/2018                | 9.50               |
| 8           | Llenado de escoria             | 26/04/2018                | 11.00              |
| 9           | Llenado de escoria             | 3/05/2018                 | 11.50              |
| 10          | Llenado de escoria             | 10/05/2018                | 11.50              |
| 11          | Llenado de escoria             | 18/05/2018                | 10.00              |
| 12          | Llenado de escoria             | 27/05/2018                | 11.00              |
| TPP         |                                |                           | 10.33              |

*Fuente:* Departamento de Generación de Energía – Casa Grande S.A.A.

El TPP se estimó mediante la aplicación de la ecuación:

$$TPP = \frac{\sum_{i=1}^n TUP}{N^{\circ}PE}$$

Dónde:

- ✓ TPP = Tiempo medio del proceso.
- ✓ n = Número de elementos de TUP al año.
- ✓ TUP = Tiempo unitario del proceso.
- ✓ N° PE = Número de procesos ejecutados por año.

Siendo el tiempo promedio de ejecución del proceso equivalente a 10.33 horas.

### 3.2.5. Productividad media del proceso (PP)

Permite determinar la cantidad de recursos económicos que requiere procesar cada unidad de masa de escoria. Se obtiene dividiendo los costos totales del proceso entre la cantidad de escoria procesada, tal como se muestra a continuación:

$$PP = \frac{CTP}{Tn \text{ Procesadas}}$$

*Fuente: Mejora continua (García, Quispe, & Páez, 2015)*

Dónde:

- ✓ PP = Productividad del proceso.
- ✓ CTP = Costo total del proceso.
- ✓ Tn procesadas = Cantidad de masa procesada.

Tabla 16:  
*Historial de ejecución del proceso*

| <i>Ítem</i> | <i>Descripción del proceso</i> | <i>Fecha de ejecución</i> | <i>Tn procesadas</i> |
|-------------|--------------------------------|---------------------------|----------------------|
| 1           | Llenado de escoria             | 2/03/2018                 | 30.40                |
| 2           | Llenado de escoria             | 9/03/2018                 | 30.80                |
| 3           | Llenado de escoria             | 17/03/2018                | 29.60                |
| 4           | Llenado de escoria             | 25/03/2018                | 31.20                |
| 5           | Llenado de escoria             | 3/04/2018                 | 31.80                |
| 6           | Llenado de escoria             | 11/04/2018                | 30.20                |
| 7           | Llenado de escoria             | 19/04/2018                | 29.50                |
| 8           | Llenado de escoria             | 26/04/2018                | 31.40                |
| 9           | Llenado de escoria             | 3/05/2018                 | 32.10                |
| 10          | Llenado de escoria             | 10/05/2018                | 31.80                |
| 11          | Llenado de escoria             | 18/05/2018                | 31.30                |
| 12          | Llenado de escoria             | 27/05/2018                | 32.40                |
| PP          |                                |                           | 31.04                |

*Fuente:* Departamento de Generación de Energía – Casa Grande S.A.A.

En la tabla N° 16, se logró calcular la cantidad total de escoria empleada en el proceso, durante los meses de marzo a mayo del 2018, siendo esta igual a 372.5 Tn métricas; asimismo, en el ítem 3.1.3 se logró estimar el valor del costo total del proceso de llenado de escoria (en el mismo periodo de tiempo) equivalente a S/ 81,297.50.

Con los datos obtenidos líneas arriba y mediante la aplicación de la fórmula de la productividad media del proceso, se logró estimar su valor:

$$PP = \frac{S/ 81,297.50}{372.5 \text{ Tn métricas}} = 218.25 \frac{\text{Soles}}{\text{Tn}} \text{ de escoria}$$

Del cálculo anterior, se logra concluir que procesar cada unidad de masa de escoria cuesta S/ 218.25, siendo este un costo significativo si se considera que cada vez que se realiza el proceso se emplean, en promedio, 31.04 Tn métricas de escoria.

### 3.3. Proponer e implementar mejoras en el proceso de llenado de escoria, del área de generación de vapor.

Como se mencionó en el ítem 3.2.1, la empresa Casa Grande S.A.A. se encuentra en la búsqueda constante de la excelencia en la calidad de cada uno de sus procesos; por ende, la mejora continua es una práctica adoptada por la organización para incrementar la productividad de sus procesos, reducir costos, mejorar la calidad de sus productos, reducir la contaminación ambiental originadas por sus actividades y, para garantizar la seguridad y salud de cada uno de sus colaboradores. Esta filosofía de trabajo se realiza de manera participativa y consensuada, donde sobresale el criterio técnico – económico; las mejoras seleccionadas se jerarquizan permitiendo, de ese modo, priorizar la ejecución de acciones de mejora sobre las deficiencias que mayor impacto estén provocando a la empresa. La propuesta e implementación de mejoras en los procesos deficientes de la empresa Casa Grande S.A.A., se realiza mediante la aplicación del ciclo de mejora continua de Deming, cuyas etapas se muestran a continuación:



*Figura 9: Ciclo Deming*

*Fuente: Elaboración propia.*

Tabla 17:  
*Cuadro consolidado de propuestas de mejora*

| Ítem | Problema   | Descripción del problema   | Causa Raíz  | Solución  | Acción de mejora   |
|------|--|--|---|---|--|
| 1    | Excesivo tiempo consumido en el proceso de llenado de escoria. | 4 ciclos de alimentación de escoria para completar el proceso, cada uno con un tiempo medio mayor a 2 horas. | Largos periodos de espera entre los ciclos de llenado                   | Reducción de los tiempos muertos.   | Rediseñar el proceso de llenado de escoria.  |
|      |  |  | Sobrecarga del conductor alimentador de escoria.                        | Alimentación de escoria controlada.   | Instalación de sistema de apertura controlada de tolvas de alimentación, por medio de electroválvulas.           |
|      |  |  | Falta de criterio técnico del planificador                              | Mejorar las competencias de los encargados de la planificación de actividades.  | Capacitar a los responsables de la planificación de actividades.   |
| 2    | Baja productividad del proceso de llenado de escoria.          | Se consumen demasiados recursos humanos y financieros en el proceso.   | Demasiados trabajadores involucrados                                    | Redefinir la cantidad de trabajadores necesarios en el proceso.                 | Rediseñar el proceso de llenado de escoria.  |
|      |  |  | Demasiadas maquinarias contratadas                                      | Utilización de los activos productivos que alimentan con carbón a las calderas. | Instalación de un sistema de conductos de alimentación secundarios, aprovechando el sistema de fajas instaladas. |
|      |  |  | Ausencia de proyectos de integración estructural de activos productivos |   |  |

Fuente: Tabla N° 13 y figura N° 07/08



### 3.3.1. Propuesta e implementación de la mejora 01:

- ❖ Deficiencia: Excesivo tiempo consumido en el proceso de llenado de escoria y baja productividad del proceso de llenado de escoria.
- ❖ Causa raíz: Largos periodos de espera entre los ciclos de llenado y demasiados trabajadores involucrados en el proceso.
- ❖ Solución: Reducción de los tiempos muertos y cantidad de trabajadores.
- ❖ Propuesta de mejora (Planificar):

- Acción de mejora: Rediseñar el proceso de llenado de escoria.

- Objetivos de la mejora:

- ✓ Reducir los tiempos del proceso.
- ✓ Optimizar el consumo de recursos.
- ✓ Reducir los costos del proceso.

- Estrategia: El rediseño del proceso debe tener como pilares la reutilización de los activos productivos, tales como fajas transportadoras, grúas puente, sistemas de succión u otros; asimismo, habilitar con las competencias necesarias al personal encargado de planificar y ejecutar las actividades del proceso.

- Indicador:

$$M_i = \frac{N^{\circ} \text{ Actividades Ejecutadas}}{N^{\circ} \text{ Actividades Programadas}}$$

Fuente: Mejora continua (García, Quispe, & Páez, 2015)

- Recursos a emplear:
  - ✓ Computador (01 equipo).
  - ✓ Impresora (01 equipo).
  - ✓ Software: @Solidworks V.2018
  - ✓ Materiales de oficina y mobiliario.
  - ✓ Servicio de internet y suministro eléctrico.

- Actividades:

Tabla 18:

*Actividades de la mejora 1*

| <i>N°</i> | <i>Actividad</i>                 | <i>Meta</i> | <i>Unidad de medida</i> |
|-----------|----------------------------------|-------------|-------------------------|
| 1         | Conformación del equipo técnico. | 1           | Equipo de trabajo.      |
| 2         | Planificación de actividades.    | 1           | Plan de trabajo         |
| 3         | Análisis del flujo del proceso.  | 1           | Diagrama de flujo       |
| 4         | Rediseño del flujo del proceso.  | 1           | Diagrama de flujo       |
| 5         | Modificaciones del proceso.      | -           | -                       |

Fuente: Tabla N° 17

Referencia: Anexo A6

- Cronograma de actividades:

Tabla 19:

*Cronograma de actividades mejora 1*

| <i>N°</i> | <i>Actividad</i>                 | <i>Meta</i>      | <i>Cronograma</i> |              |              |
|-----------|----------------------------------|------------------|-------------------|--------------|--------------|
|           |                                  |                  | <i>Mayo</i>       | <i>Junio</i> | <i>Julio</i> |
| 1         | Conformación del equipo técnico. | 1 equipo trabajo | X                 |              |              |
| 2         | Planificación de actividades.    | 1 plan trabajo   | X                 |              |              |
| 3         | Análisis del flujo del proceso.  | 1 diag. Flujo    | X                 |              |              |
| 4         | Rediseño del flujo del proceso.  | 1 diag. Flujo    | X                 |              |              |
| 5         | Modificaciones del proceso.      | -                | X                 | X            |              |

Fuente: Tabla N°18

Referencia: Anexo A6

❖ Ejecución de mejora (Hacer):

- Descripción de la implementación:

El rediseño del proceso de llenado de escoria tuvo por objeto hacer más eficiente el consumo de recursos (económicos y humanos) suprimiendo todos aquellos elementos innecesarios en el mismo; ello, mediante la utilización de los activos productivos de la empresa y mejorando los tiempos de la ejecución de los ciclos del proceso.

Para tal fin, primero se analizó el proceso de llenado de escoria permitiendo definir cada una de sus etapas y actividades; estas fueron palpadas sobre un diagrama de flujo de procesos industriales. Luego, con ayuda de los especialistas del departamento de generación de vapor, se evaluaron las diferentes alternativas de solución lográndose configurar un nuevo flujo del proceso de llenado de escoria.

El nuevo proceso de llenado de escoria, prescinde de la grúa Terex y su operador, de un guía de movilización y de dos colaboradores de apoyo; asimismo, reutiliza las fajas transportadoras del sistema de alimentación de carbón del caldero, las mismas que permanecen inoperativas mientras se desarrolla el proceso de llenado de escoria (inutilizadas). En el anexo B6 se muestra el diagrama de flujo del rediseño del proceso de llenado de escoria; asimismo, en el anexo D1 se muestra un comparativo (antes – después) de dicho proceso.

## ❖ Seguimiento de la implementación (Verificar):

Tabla 20:

*Seguimiento de la mejora 1*

| <b>N°</b> | <b>Actividad</b>                 | <b>Unidad de medida</b> | <b>Meta</b> | <b>Avance</b> | <b>% Avance</b> |
|-----------|----------------------------------|-------------------------|-------------|---------------|-----------------|
| 1         | Conformación del equipo técnico. | Equipo trabajo          | 1           | 1             | 100%            |
| 2         | Planificación de actividades.    | Plan trabajo            | 1           | 1             | 100%            |
| 3         | Análisis del flujo del proceso.  | Diag. Flujo             | 1           | 1             | 100%            |
| 4         | Rediseño del flujo del proceso.  | Diag. Flujo             | 1           | 1             | 100%            |
| 5         | Modificaciones del proceso.      | -                       | -           | -             | -               |

Fuente: Tabla N° 18

Referencia: Anexo A6

## - Evidencias de la implementación:

- ✓ Diagrama de flujo del rediseño del proceso (anexo B6).
- ✓ Registro fotográfico del rediseño (anexo D1).

## ❖ Resultados de la implementación de mejoras (Evaluar):

El rediseño del proceso de llenado de escoria, permite prescindir de la grúa Terex, cuyo costo por hora es de S/ 283.00, del operador de la grúa (costo por hora S/ 17.50), de un guía de movilización y de dos colaboradores de apoyo (Costo por hora S/ 7.00 cada uno).

Asimismo, permite reutilizar las fajas transportadoras del sistema de alimentación de carbón del caldero, las mismas que permanecen inoperativas mientras se desarrolla el proceso de llenado de escoria (inutilizadas), y reducir los tiempos de ejecución del proceso en un 25%.

### 3.3.2. Propuesta e implementación de la mejora 02:

- ❖ Deficiencia: Excesivo tiempo consumido en el proceso de llenado de escoria.
- ❖ Causa raíz: Sobrecarga del conductor alimentador de escoria.
- ❖ Solución: Alimentación de escoria controlada.
- ❖ Propuesta de mejora (Planificar):
  - Acción de mejora: Instalación de sistema de apertura controlada de tolvas de alimentación, por medio de electroválvulas.
  - Objetivos de la mejora:
    - ✓ Reducir el atasco del sistema de alimentación.
    - ✓ Reducir las paradas inesperadas por fallas en el sistema de alimentación.
  - Estrategias: Aprovechar el conocimiento técnico de los colaboradores del área de generación de vapor para diseñar e instalar un sistema de apertura controlada de la tolva de alimentación; asimismo, aprovechar las máquinas herramientas disponibles para la fabricación del sistema propuesto.
  - Indicador:

$$M_i = \frac{N^{\circ} \text{ Actividades Ejecutadas}}{N^{\circ} \text{ Actividades Programadas}}$$

Fuente: Mejora continua (García, Quispe, & Páez, 2015)

- Recursos a emplear:

- ✓ Maquinas herramientas y de soldar.
- ✓ Técnicos eléctricos, mecánicos y soldadores.
- ✓ Planchas de metal.
- ✓ Otros elementos metal-mecánicos.

- Actividades:

Tabla 21:  
*Actividades de la mejora 2*

| <b>N°</b> | <b>Actividad</b>                            | <b>Meta</b> | <b>Unidad de medida</b>     |
|-----------|---|-------------|-----------------------------|
| 1         | Planificar las actividades.                 | 1           | Plan de trabajo             |
| 2         | Diseñar el sistema de apertura controlada   | 1           | Planos electromecánicos.    |
| 3         | Solicitar presupuesto.                      | -           | -                           |
| 4         | Instalar el sistema de apertura controlada. | 100%        | Porcentaje de cumplimiento. |
| 5         | Informar resultados.                        | 1           | Informe.                    |

Fuente: Tabla N° 17

- Cronograma de actividades:

Tabla 22:  
*Cronograma de actividades mejora 2*

| <b>N°</b> | <b>Actividad</b>                            | <b>Meta</b>    | <b>Cronograma</b> |              |              |
|-----------|---|----------------|-------------------|--------------|--------------|
|           |   |                | <b>Mayo</b>       | <b>Junio</b> | <b>Julio</b> |
| 1         | Planificar las actividades.                 | 1 plan trabajo | X                 |              |              |
| 2         | Diseñar el sistema de apertura controlada   | 1 kit planos   | X                 |              |              |
| 3         | Solicitar presupuesto.                      | -              | X                 |              |              |
| 4         | Instalar el sistema de apertura controlada. | 100% cumpl.    |                   | X            |              |
| 5         | Informar resultados.                        | 1 informe      |                   |              | X            |

Fuente: Tabla N° 21

❖ Ejecución de mejora (Hacer):

- Descripción de la implementación:

El proceso de llenado de escoria requería de una grúa Terex para el izaje y descarga de la escoria en el conducto alimentador; procedimiento lento, deficiente y peligro pues 2Tn de escoria (depositadas en una tolva) eran izadas por la grúa hasta una altura de 16m para luego ser depositada sobre el conductor alimentador, cayendo la escoria bruscamente sobre dicho sistema generando que este se sobrecargue, atasque o falle constantemente.

El rediseño del proceso de llenado de escoria no solo requirió de la reutilización de los activos productivos, sino que también fue necesario diseñar e instalar nuevos activos productivos con el objeto de reducir los costos y las fallas electromecánicas en los sistemas de transporte de material.

Con la ayuda de especialistas mecánicos y eléctricos del Departamento de Mantenimiento de la empresa, así como, personal del Departamento de Generación de Vapor; se diseñó e instaló un sistema de apertura controlada en las tolvas fijas de descarga hacia los conductos de alimentación de escoria; lográndose así, reducir la probabilidad de fallas por sobrecargas y atascos en los mecanismos móviles.

## ❖ Seguimiento de la implementación (Verificar):

Tabla 23:  
*Seguimiento de la mejora 2*

| <i>N°</i> | <i>Actividad</i>                            | <i>Unidad de medida</i> | <i>Meta</i> | <i>Avance</i> | <i>% Avance</i> |
|-----------|---|-------------------------|-------------|---------------|-----------------|
| 1         | Planificar las actividades.                 | Plan de trabajo         | 1           | 1             | 100%            |
| 2         | Diseñar el sistema de apertura. controlada  | Kit de planos           | 1           | 1             | 100%            |
| 3         | Solicitar presupuesto.                      | -                       | -           | -             | -               |
| 4         | Instalar el sistema de apertura controlada. | Porcentaje cumplimiento | 100%        | 100%          | 100%            |
| 5         | Informar resultados.                        | Informe                 | 1           | 1             | 100%            |

Fuente: Tabla N° 21

- Evidencias de la implementación: Registro fotográfico del sistema de apertura controlada, anexo D3.

## ❖ Resultados de la implementación de mejoras (Evaluar):

Se logró reducir la tasa de fallas por sobrecargas y atascos en los mecanismos móviles, del conducto alimentador, en un 30% (ver anexo D3).

### 3.3.3. Propuesta e implementación de la mejora 03:

- ❖ Deficiencia: Excesivo tiempo consumido en el proceso de llenado de escoria.
- ❖ Causa raíz: Falta de criterio técnico del planificador.
- ❖ Solución: Mejorar las competencias de los encargados de la planificación de actividades.



❖ Propuesta de mejora (Planificar):

- Acción de mejora: Capacitar a los responsables de la planificación de actividades.

- Objetivos de la mejora:

- ✓ Dotar de competencias necesarias para su función laboral.
- ✓ Entrenar a los colaboradores en el uso de herramientas tecnológicas para la planificación de actividades.

- Estrategias: Aprovechar los convenios interinstitucionales con empresas del sector educación para capacitar a los colaboradores a un costo mejorado, pero manteniendo la calidad del entrenamiento.

- Indicador:

$$M_i = \frac{N^{\circ} \text{ Actividades Ejecutadas}}{N^{\circ} \text{ Actividades Programadas}}$$

*Fuente: Mejora continua (García, Quispe, & Páez, 2015)*

- Recursos a emplear:

- ✓ Computadora
- ✓ Software de planificación.
- ✓ Materiales de oficina y mobiliario.
- ✓ Servicio de internet y suministro eléctrico.

- Actividades:

Tabla 24:  
*Actividades de la mejora 3*

| <i>N°</i> | <i>Actividad</i>   | <i>Meta</i> | <i>Unidad de medida</i>    |
|-----------|--|-------------|----------------------------|
| 1         | Planificar las capacitaciones                              | 1           | Programa de capacitaciones |
| 2         | Solicitar presupuesto                                      | -           | -                          |
| 3         | Revisar convenios con instituciones de formación superior. | -           | -                          |
| 4         | Llevar a cabo las capacitaciones                           | 8           | Jornadas de capacitación   |
| 5         | Informar resultados.                                       | 1           | Informe.                   |

Fuente: Tabla N° 17

- Cronograma de actividades:

Tabla 25:  
*Cronograma de actividades mejora 3*

| <i>N°</i> | <i>Actividad</i>   | <i>Meta</i>                  | <i>Cronograma</i> |              |              |
|-----------|--|------------------------------|-------------------|--------------|--------------|
|           |  |                              | <i>Mayo</i>       | <i>Junio</i> | <i>Julio</i> |
| 1         | Planificar las capacitaciones                              | 1 programa de capacitaciones | X                 |              |              |
| 2         | Solicitar presupuesto                                      | -                            | X                 |              |              |
| 3         | Revisar convenios con instituciones de formación superior. | -                            | X                 |              |              |
| 4         | Llevar a cabo las capacitaciones                           | 8 capacitaciones             |                   | X            | X            |
| 5         | Informar resultados.                                       | 1 informe                    |                   |              | X            |

Fuente: Tabla N° 24

❖ Ejecución de mejora (Hacer):

- Descripción de la implementación:

El objeto de las capacitaciones, dirigida a los responsables de la planificación y seguimiento de actividades, es brindarles las competencias y habilidades necesarias para desarrollar dicha función; así como, proporcionarles las herramientas tecnológicas necesarias para la planificación y control de actividades del proceso de llenado de escoria. Para ello, se realizó una programación de las capacitaciones y se diseñó un temario dirigido a mejorar las competencias del colaborador. Asimismo, se buscó una institución de educación superior de reconocida calidad y con la cual se tengan convenios de cooperación interinstitucional para el desarrollo de las capacitaciones.

Las capacitaciones se desarrollaron 1 vez al mes, durante los meses de junio – julio del presente año, en las instalaciones de la empresa Casa Grande S.A.A.; contando con un capacitador especialista en planificación y control de actividades industriales designado por el Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial (SENATI), institución con la cual se tienen convenios de cooperación interinstitucional firmados.

Las capacitaciones fueron certificadas, y hasta el momento se han desarrollado 5 de las 8 sesiones programadas (6 horas académicas por cada sesión).

❖ Seguimiento de la implementación (Verificar):

Tabla 26:  
*Seguimiento de la mejora 3*

| <i>N°</i> | <i>Actividad</i>   | <i>Unidad de medida</i>    | <i>Meta</i> | <i>Avance</i> | <i>% Avance</i> |
|-----------|--|----------------------------|-------------|---------------|-----------------|
| 1         | Planificar las capacitaciones                              | Programa de capacitaciones | 1           | 1             | 100%            |
| 2         | Solicitar presupuesto                                      | -                          | -           | -             | -               |
| 3         | Revisar convenios con instituciones de formación superior. | -                          | -           | -             | -               |
| 4         | Llevar a cabo las capacitaciones                           | Capacitaciones             | 8           | 5             | 62.5%           |
| 5         | Informar resultados.                                       | Informe                    | 1           | 1             | 100%            |

Fuente: Tabla N° 24

- Evidencias de la implementación: Registro fotográfico de las capacitaciones, anexo D2.

❖ Resultados de la implementación de mejoras (Evaluar):

El proceso de aprendizaje se desarrolla en el mediano plazo, por lo tanto, los colaboradores aún están en proceso de formación recibiendo hasta el momento 30 horas académicas de capacitación; sin embargo, los conocimientos adquiridos por los trabajadores se vienen implementando progresivamente en sus actividades diarias reforzando su proceso de aprendizaje y mejorando su agilidad para el manejo de software de planificación de actividades industriales.

### 3.3.4. Propuesta e implementación de la mejora 04:

- ❖ Deficiencia: Baja productividad del proceso de llenado de escoria.
- ❖ Causa raíz: Demasiadas maquinarias contratadas debido a la ausencia de proyectos de integración estructural de activos productivos.
- ❖ Solución: Utilización de los activos productivos que alimentan con carbón a las calderas.
- ❖ Propuesta de mejora (Planificar):
  - Acción de mejora: Instalación de un sistema de conductos de alimentación secundarios, aprovechando el sistema de fajas instaladas.
  - Objetivos de la mejora: Utilizar de manera eficiente los activos productivos.
  - Estrategias: Aprovechar el conocimiento técnico de los colaboradores del área de generación de vapor para diseñar e instalar un sistema de ductos de alimentación secundaria; asimismo, aprovechar las máquinas herramientas disponibles para la fabricación del sistema propuesto.
  - Indicador:

$$M_i = \frac{N^{\circ} \text{ Actividades Ejecutadas}}{N^{\circ} \text{ Actividades Programadas}}$$

Fuente: Mejora continua (García, Quispe, & Páez, 2015)

- Recursos a emplear:
  - ✓ Maquinas herramientas y de soldar.
  - ✓ Técnicos eléctricos, mecánicos y soldadores.

- Actividades:

Tabla 27:

*Actividades de la mejora 4*

| <b>N°</b> | <b>Actividad</b>                 | <b>Meta</b> | <b>Unidad de medida</b>     |
|-----------|----------------------------------|-------------|-----------------------------|
| 1         | Planificar las actividades.      | 1           | Plan de trabajo             |
| 2         | Diseñar el sistema de conductos  | 1           | Planos electromecánicos.    |
| 3         | Solicitar presupuesto.           | -           | -                           |
| 4         | Instalar el sistema de conductos | 100%        | Porcentaje de cumplimiento. |
| 5         | Informar resultados.             | 1           | Informe.                    |

Fuente: Tabla N° 17

- Cronograma de actividades:

Tabla 28:

*Cronograma de actividades mejora 4*

| <b>N°</b> | <b>Actividad</b>                 | <b>Meta</b>    | <b>Cronograma</b> |              |              |
|-----------|----------------------------------|----------------|-------------------|--------------|--------------|
|           |                                  |                | <b>Mayo</b>       | <b>Junio</b> | <b>Julio</b> |
| 1         | Planificar las actividades.      | 1 plan trabajo | X                 |              |              |
| 2         | Diseñar el sistema de conductos. | 1 kit planos   | X                 |              |              |
| 3         | Solicitar presupuesto.           | -              | X                 |              |              |
| 4         | Instalar el sistema de conductos | 100% cumpl.    |                   | X            |              |
| 5         | Informar resultados.             | 1 informe      |                   |              | X            |

Fuente: Tabla N° 27

❖ Ejecución de mejora (Hacer):

- Descripción de la implementación:

El rediseño del proceso de llenado de escoria no solo requirió de la reutilización de los activos productivos, sino que también fue necesario diseñar e instalar nuevos activos

productivos con el objeto de reducir los costos y las fallas electromecánicas en los sistemas de transporte de material.

Con la ayuda de especialistas mecánicos y eléctricos del Departamento de Mantenimiento de la empresa, así como, personal del Departamento de Generación de Vapor; se diseñó e instaló un sistema conductos de alimentación secundaria de escoria, los mismos que van desde el conducto principal hacia el hogar del caldero; lográndose así, reducir la probabilidad de fallas por sobrecargas y atascos en los mecanismos móviles.

❖ Seguimiento de la implementación (Verificar):

Tabla 29:  
*Seguimiento de la mejora 4*

| <i>N°</i> | <i>Actividad</i>               | <i>Unidad de medida</i> | <i>Meta</i> | <i>Avance</i> | <i>% Avance</i> |
|-----------|--------------------------------|-------------------------|-------------|---------------|-----------------|
| 1         | Planificar las actividades.    | Plan de trabajo         | 1           | 1             | 100%            |
| 2         | Diseñar el sistema de ductos.  | Kit de planos           | 1           | 1             | 100%            |
| 3         | Solicitar presupuesto.         | -                       | -           | -             | -               |
| 4         | Instalar el sistema de ductos. | Porcentaje cumplimiento | 100%        | 100%          | 100%            |
| 5         | Informar resultados.           | Informe                 | 1           | 1             | 100%            |

Fuente: Tabla N° 27

- Evidencias de la implementación: Registro fotográfico de la instalación de conductos de alimentación secundaria (Ver anexo D1 y D3).

❖ Resultados de la implementación de mejoras (Evaluar):

Los activos productivos que alimentan con carbón a las calderas, del área de generación de vapor, permanecían inutilizadas durante la ejecución del proceso de llenado de escoria ya que ambos procesos no se pueden realizar a la vez, siendo un costo “muerto” de maquinarias tales como fajas transportadoras, grúa puente, conductos alimentadores, entre otros, así como sus respectivos operarios y personal de apoyo; con el rediseño del proceso de llenado de escoria se logró integrar el sistema de alimentación de carbón al proceso de llenado de escoria mediante la instalación del sistema de selección y apertura controlada que se describió en la mejora N° 02 (ver ítem 3.3.2); esto permitió reutilizar los activos productivos, de la empresa, en el proceso de llenado de escoria sin incrementar su costo ya que estos pertenecen al proceso de alimentación con carbón, el cual permanece inactivo durante el llenado de escoria en las calderas.

Esta mejora permitió reducir el tiempo del proceso de llenado de escoria; al mismo tiempo, logró reducir los costos totales de dicho proceso al prescindir de la grúa Terex cuyo costo hora – máquina era de S/ 283.00, su operador con un costo H-H de S/ 17.50, y personal de apoyo con un costo H – H equivalente a S/ 7.50.



### 3.4. Determinar los costos del proceso de llenado de escoria, del área de generación de vapor, después de la implementación de las mejoras.

#### 3.4.1. Costos de mano de obra indirecta, después de las mejoras.

Los costos de mano de obra indirecta (CMOI) son aquellos que están relacionados con el personal que no está involucrado de manera directa en la transformación de la materia prima en productos terminados; es decir, aquel recurso humano que no participa en el proceso productivo, sino que, mediante su labor, contribuye a que los procesos de apoyo, del proceso principal, se mantengan siempre operativos (Díaz, 2010). Este costo se determina mediante la ecuación:

$$CMOI = \sum_{i=1}^n (CUH \times HT)$$

Dónde:

- ✓ CMOI = Costo total de la mano de obra indirecta por periodo.
- ✓ CUH = Costo unitario, por hora, de la mano de obra indirecta.
- ✓ HT = Horas trabajadas.

Para el caso del proceso de llenado de escoria, este es un proceso de apoyo (o soporte) del proceso principal, de la industria Casa Grande S.A.A.; por lo tanto, los costos del recurso humano que ejecuta labores en el proceso de llenado de escoria vendrían a ser el costo de mano de obra indirecta (CMOI).

Con el objeto de determinar los CMOI, después de la implementación de mejoras industriales en el proceso de llenado de escoria, es necesario

realizar el cálculo de manera mensual, empleando como fuente los registros históricos de los costos indirectos de fabricación de la empresa Casa Grande S.A.A, los mismos que se han organizado en matrices de costeo mensual que se muestran en el anexo A11.

En el proceso de llenado de escoria participaban, anteriormente, 09 colaboradores; sin embargo, después de implementar las mejoras industriales, la fuerza laboral involucrada en el proceso en mención se redujo a 5 colaboradores distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 30:  
*Costos unitarios de Mano de Obra Indirecta*

| <i>Ítem</i> | <i>Función</i>            | <i>Costo H-H</i> | <i>RR.HH.</i> |
|-------------|---------------------------|------------------|---------------|
| 1           | Operador volquete         | S/ 15.63         | 1             |
| 2           | Operador cargador frontal | S/ 17.50         | 1             |
| 3           | Supervisor de operaciones | S/ 17.50         | 1             |
| 4           | Guía de movilización      | S/ 7.50          | 1             |
| 5           | Personal de apoyo         | S/ 7.50          | 1             |

Fuente: Anexo A11

Con la información de la tabla N° 30, se logró determinar el costo mensual de la mano de obra indirecta que participa en el proceso de llenado de escoria, durante los meses de junio a julio del 2018. Tal como se muestra a continuación:

Tabla 31:  
*Costo de mano de obra indirecta, después de las mejoras*

| <i>Mes</i>              | <i>Orden de trabajo</i> | <i>CMOI</i> | <i>Tasa de var. mensual</i> |
|-------------------------|-------------------------|-------------|-----------------------------|
| Junio                   | Llenado escoria         | S/ 2,369.06 | - 49.03%                    |
| Julio                   | Llenado escoria         | S/ 2,067.19 | -12.74%                     |
| <i>Promedio de CMOI</i> |                         | S/ 2,200.63 |                             |

Fuente: Anexo A11

De la tabla anterior, se puede concluir que, en promedio, los costos de mano de obra indirecta, después de las mejoras industriales, se redujeron en alrededor de 49.03% pasando de S/ 4,365.83 mensuales (durante los meses de marzo – mayo, 2018) a S/ 2,200.63 mensuales, durante los meses de junio – julio del 2018; tal como se puede evidenciar en la siguiente figura:

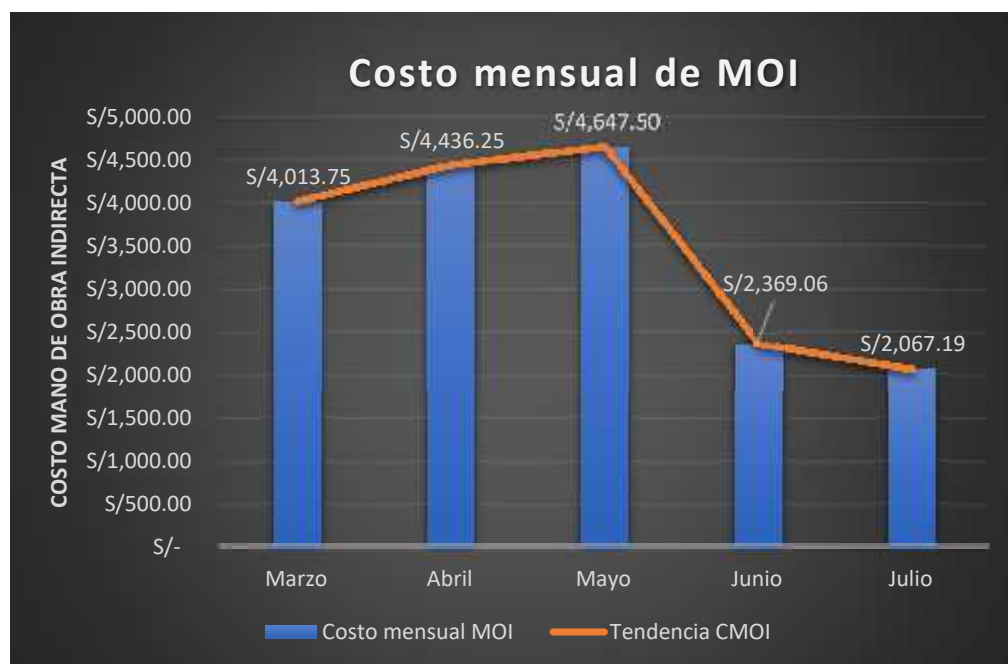


Figura 10: Costo de mano de obra indirecta, después de las mejoras  
Fuente: Tabla N° 31

De la Figura N° 10 se concluye que, los costos mensuales de MOI, han descrito una tendencia hacia la baja después de la implementación de las mejoras industriales en el proceso de llenado de escoria; debido, sobre todo, a que se prescindió del operador de la grúa terex cuyo costo H-H era de S/ 17.50, y personal de apoyo con un costo H – H equivalente a S/ 7.50.

### 3.4.2. Costos de servicios indirectos, después de las mejoras.

Son aquellos costos relacionados con el alquiler de maquinarias o equipos que contribuyen, de manera indirecta, en el proceso productivo. Su integración se da en los procesos de apoyo, del proceso principal (Díaz, 2010). Se estima de la siguiente manera:

$$CSI = \sum_{i=1}^n (CUM \times H_i)$$

Dónde:

- ✓ CSI = Costo total de servicios indirectos, por periodo.
- ✓ CUH = Costo unitario, por hora, del alquiler de maquinaria.
- ✓ HT = Horas trabajadas de la maquinaria.

El proceso de llenado de escoria, después de las mejoras industriales, sólo requiere del 70% de maquinaria pesada y vehículos de transporte de carga respecto al proceso inicial; sin embargo, dicha maquinaria aún debe tercerizarse con un costo de:

Tabla 32:

*Costos finales de horas - máquinas*

| Ítem | Descripción de la maquinaria | Costo Hora-Maq. | Cant. |
|------|------------------------------|-----------------|-------|
| 1    | Volquete 8Tn                 | S/ 108.00       | 1     |
| 2    | Cargador frontal             | S/ 159.00       | 1     |

Fuente: Anexo A12

Es importante resaltar que, los costos de operación de maquinaria descritos en la tabla anterior, incluyen tanto el costo del servicio (Costo de operación por hora) más los gastos por combustible.

Con el objeto de estimar los costos de servicios indirectos (CSI), después de la implementación de mejoras industriales en el proceso de llenado de escoria, se analizaron los registros históricos de costos de alquiler durante los meses de junio a julio del 2018, los mismos que se organizaron en las matrices de costeo que se muestran en el Anexo A12.

Mediante la aplicación de la ecuación de CSI, se lograron estimar los costos mensuales de servicios indirectos, tal como se muestra a continuación:

Tabla 33:  
*Costos de servicios indirectos, después de las mejoras*

| <i>Mes</i>                    | <i>Orden de trabajo</i> | <i>CSI</i>  | <i>Tasa de var. mensual</i> |
|-------------------------------|-------------------------|-------------|-----------------------------|
| Junio                         | Llenado escoria         | S/ 9,638.70 | - 60.17%                    |
| Julio                         | Llenado escoria         | S/ 8,410.50 | -12.74%                     |
| <b><i>Promedio de CSI</i></b> |                         | S/ 9,024.60 |                             |

*Fuente:* Anexo A12.

De la tabla anterior, se concluye que los costos mensuales de servicios indirectos se han reducido en más de la mitad después de la implementación de las mejoras industriales en el proceso de llenado de escoria, pasando de S/ 22,733.33 mensuales (durante los meses de marzo – mayo, 2018) a S/ 9,024.60 durante los meses de junio a julio del 2018. Esto se debe, especialmente, a que se dejó de contratar la grúa Terex para el proceso de llenado de escoria, grúa cuyo costo por hora-máquina era de S/ 283.00. Asimismo, en la figura N° 11 se puede evidenciar una tendencia hacia la baja de los costos mensuales de servicios indirectos del proceso en mención.



Figura 11: Costos de servicios indirectos, después de las mejoras  
Fuente: Tabla N° 33.

### 3.4.3. Total de costos indirectos del proceso de llenado de escoria, después de las mejoras.

Gracias a la implementación de mejoras industriales en el proceso de llenado de escoria, los costos indirectos totales han decrecido; tal como se muestra en la tabla N° 34:

Tabla 34:

*Costos Indirectos Totales, después de las mejoras.*

| Mes                            | Orden de trabajo | CMOI        | CSI         | C. mensual          |
|--------------------------------|------------------|-------------|-------------|---------------------|
| Junio                          | Llenado escoria  | S/ 2,369.06 | S/ 9,638.70 | S/ 12,007.76        |
| Julio                          | Llenado escoria  | S/ 2,067.19 | S/ 8,410.50 | S/ 10,477.69        |
| <b>Costo total del periodo</b> |                  |             |             | <b>S/ 22,485.45</b> |

Fuente: Anexo A11 y A12.

Como se evidencia en la tabla N° 34, los costos indirectos mensuales (de marzo a mayo, del 2018) eran en promedio S/ 27,099.17; sin embargo, durante los meses de junio – julio del 2018, estos costos decrecieron en más del 58% hasta posicionarse en promedio S/ 11,242.75 mensual.

En la figura N° 12 se observa la tendencia de los costos indirectos totales, del proceso de llenado de escoria, los mismos que describen un comportamiento hacia la baja; sin embargo, se prevé que se estabilicen alrededor de los 11 mil soles.

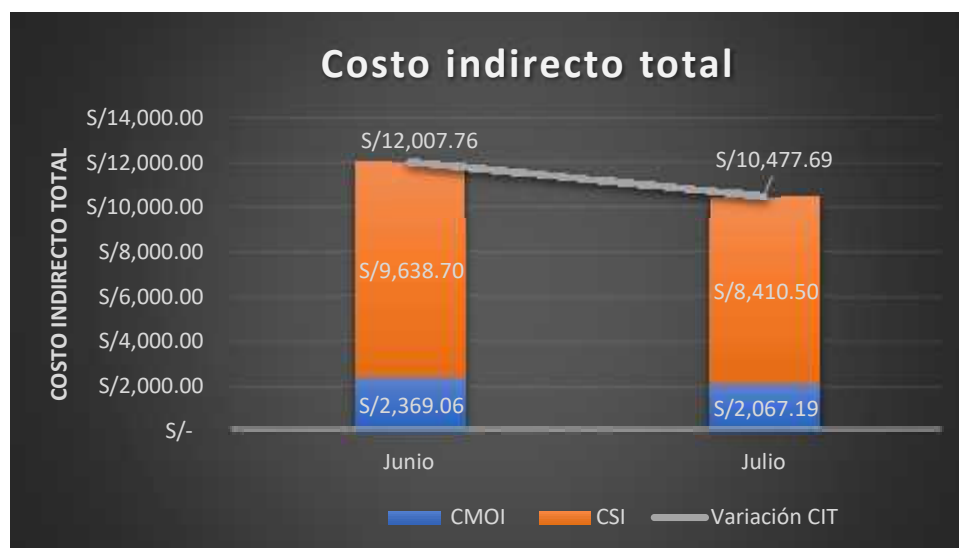


Figura 12: Costos indirectos totales, después de las mejoras.  
Fuente: Tabla N° 34.

#### 3.4.4. Variación de los costos del proceso de llenado de escoria.

Es importante resaltar que, después de la implementación de las mejoras industriales en el proceso de llenado de escoria, los costos indirectos totales involucrados han sufrido un cambio de tendencia pasando de ser alcistas (durante los meses de marzo – mayo, 2018) a ser decrecientes (durante junio – julio, 2018), tal como se puede evidenciar en la tabla N° 35.

Tabla 35:

*Comparativo de los costos del proceso de llenado de escoria.*

| Mes   | Orden de trabajo | CMOI        | CSI          | C. mensual   | Var. %  |
|-------|------------------|-------------|--------------|--------------|---------|
| Marzo | Llenado escoria  | S/ 4,013.75 | S/ 20,900.00 | S/ 24,913.75 | -       |
| Abril | Llenado escoria  | S/ 4,436.25 | S/ 23,100.00 | S/ 27,536.25 | 10.53%  |
| Mayo  | Llenado escoria  | S/ 4,647.50 | S/ 24,200.00 | S/ 28,847.50 | 4.76%   |
| Junio | Llenado escoria  | S/ 2,369.06 | S/ 9,638.70  | S/ 12,007.76 | -58.38% |
| Julio | Llenado escoria  | S/ 2,067.19 | S/ 8,410.50  | S/ 10,477.69 | -12.74% |

Fuente: Tablas N° 32, 33 y 34.

Los costos sufrieron una variación considerable, sobre todo, gracias a que las mejoras permitieron prescindir de más del 60% del costo total de alquiler de maquinaria y de un 49% del costo total de mano de obra indirecta. Esta reducción en los costos permitió invertir la tendencia creciente de los costos totales indirectos del proceso de llenado de escoria, el mismo que se puede visualizar en la figura N° 13.



Figura 13: Comparativo de los costos del proceso de llenado de escoria.

Fuente: Tabla N° 35.



## IV. DISCUSIÓN

- Para determinar el estado actual de los costos del proceso de llenado de escoria, se emplearon como instrumentos de registro de datos las tablas de costos de mano de obra directa (anexo A1), la tabla de costos de servicios indirectos (anexo A2) y la tabla de costo indirecto total (anexo A3), matrices con una estructura muy similar a las empleadas por Yunga (2014), así como las utilizadas por Aquino & Villena (2017) quienes, a su vez, se basaron en las estructuras de matrices recomendadas por las normas internacionales de información financiera (NIIF). **Costo.** Es el conjunto de recursos empleados (gastos) que son utilizados para el desarrollo de un proceso, actividad, o tarea del cual se espera, en la mayoría de los casos, un resultado final (Universidad Tecnológica del Perú - UTP, 2015).
- Al evaluar el proceso de llenado de escoria, primero se identificaron los principales problemas de la planta; luego, mediante la aplicación de una encuesta de priorización, se determinaron las principales deficiencias a atacar, las mismas que fueron analizadas y, posteriormente, solucionadas. En esta etapa se empleó como técnica de recolección de datos la observación de campo, la lluvia de ideas, la encuesta a expertos y el análisis documental, y como instrumentos de evaluación de deficiencias: Diagramas de Pareto, Ishikawa, matrices de jerarquización, entre otros (ver anexos A5, A7, B1, C1, C2, C3 y C4) obteniéndose como resultado las causas raíz de las deficiencias identificadas. Este procedimiento es muy semejante al seguido por Castro & Castillo (2017), y Cevallos (2016)”, quienes también emplearon en sus investigaciones casi el 90% de los instrumentos empleado en el presente estudio. **Proceso.** Según Definista (2014),

un proceso es una ejecución secuencial de actividades bien definidas, siguiendo un patrón ordenado y estructurado orientado a lograr un objetivo determinado.

- Asimismo, es importante resaltar que, en esta etapa del estudio, también se elaboró el diagrama de flujo de procesos industriales, donde se emplea la simbología de la norma ANSI y ASME que se muestra en el anexo B2; cuya normativa también fue usada por Aquino & Villena (2017). **Flujograma del proceso.** Un flujograma, es una representación esquemática de los vínculos y las relaciones funcionales, organizacionales y jerárquicas que existen entre los elementos y los individuos de un proceso con el objeto de identificar los ingresos y salida de recursos de cada etapa del mismo (Meyers, 2000).
- Con el objeto de proponer e implementar mejoras en el proceso de llenado de escoria, se siguió la metodología del ciclo Deming lográndose implementar las 4 mejoras propuestas, las mismas que permitió una reducción en los costos del proceso en más de un 55%. Esta misma metodología fue empleada también por Chasi (2016)”, dónde se logró un decaimiento en los costos del proceso analizado de hasta un 14.97%. **Ciclo Deming.** Según (Gutiérrez Pulido, 2010), el Ciclo Deming, o ciclo PHVA (también conocido como Ciclo PDSA, la rueda de Deming o el espiral de mejora continua), es un modelo continuo de mejora de la calidad que consiste en una secuencia lógica de cuatro pasos repetitivos para la mejora continua y el aprendizaje: planificar, hacer, estudiar (verificar) y actuar. Su origen se remonta al eminente experto en estadísticas Sr. Walter A. Shewart, en la década de 1920 quien introdujo el concepto de planificar, hacer y verificar; y

renombrado por el estadístico Edward W. Deming cuando le agregó la etapa de “actuar”.

- El ciclo Deming también fue de gran ayuda para Alayo & Becerra (2014), donde se logró reducir en un 3.31% los costos totales de producción. Asimismo, Aquino & Villena (2017), emplearon la metodología de Deming la cual permitió un decrecimiento en los costos equivalente a 41.78% de los costos de producción. Por otro lado, Castro & Castillo (2017), logró reducir en un 9.34% los costos operacionales de la empresa, esto gracias a la aplicación de la metodología de mejora continua Kaizen. **Según García, Quispe, & Páez (2015), El ciclo de Deming consta de 4 etapas.** El ciclo de PDCA de Deming proviene del modelo científico de la formación de hipótesis y luego de probarlas, y sigue estas etapas: Planificar, Hacer, Verificar, Actuar.

## V. CONCLUSIONES

- De la evaluación inicial de los costos del proceso de llenado de escoria, se logró determinar que el costo promedio de la mano de obra indirecta asciende a S/ 4,365.83 mensuales; costo que involucraba a 9 colaboradores que participaban en el proceso siendo su costo H-H, de casi la mitad de ellos, superior a los S/ 17.00. Del mismo modo, se observó que el costo medio mensual, de los servicios indirectos del proceso, eran equivalentes a S/ 22,733.33, cifra considerada elevada por la administración de la empresa Casa Grande S.A.A., esto gracias a que el proceso de llenado de escoria se realizaba, casi en su totalidad, con maquinaria alquila desaprovechando los activos productivos instalados en planta.
- De la evaluación del proceso de llenado de escoria se logra concluir que, de las 6 deficiencias identificadas, sólo 2 fueron consideradas como urgentes de solución por los especialistas; estas tenían relación directa con los excesivos tiempos muertos del proceso, la inutilización de los sistemas de alimentación de carbón, escasas propuestas de reingeniería en el sub-sistema de alimentación de escoria y demasiadas maquinarias con servicio tercerizado. Estas deficiencias desembocaron en un elevado tiempo medio de operación del proceso (alrededor de 10.33 horas) y en una baja productividad del mismo (S/ 218.25 por tonelada de escoria procesada).
- Dentro de la propuesta e implementación de mejoras en el proceso de llenado de escoria, se utilizó la metodología Deming, permitiendo prescindir de la grúa terex cuyo costo hora maquina era de S/. 283.00, su operador con un costo H-H de S/. 17.50, y personal de apoyo con un costo H-H equivalente a S/. 7.50.

- Gracias a la implementación de mejoras industriales en el proceso de llenado de escoria, los costos indirectos totales han decrecido en un 58%; pasando de S/ 27,099.17 (durante los meses de marzo – mayo, 2018) a S/ 11242.75 mensual (durante los meses de junio – julio del 2018).

## VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda planificar todas las actividades, relacionadas con las acciones de mejora, con el más mínimo detalle definiendo con claridad la metodología de mejora que se empleará, los objetivos de la mejora, las estrategias para alcanzar dichos objetivos, los recursos necesarios, los plazos de ejecución, los responsables del cumplimiento y otros factores necesarios para que, cuando se realicen las mejoras, estas no queden incompletas por deficiencias en el proceso de planificación.
- Es vital la evaluación previa, del proceso que se pretende mejorar, mediante el empleo de herramientas de ingeniería y con un procedimiento técnicamente estructurado, así como con los indicadores adecuados, esto a fin de evitar desviaciones en la identificación de las causas raíz de las deficiencias ya que las mejoras que se implementarán serán formuladas para atacar dichas causas.
- Se recomienda seguir sólo una metodología de mejora continua a la vez ya que, la integración de procedimientos externos, podría conllevar a alguna confusión en la implementación y evaluación de las mejoras, haciendo que los resultados finales se tergiversen de los resultados esperados o estimados.
- Es de gran importancia que, la implementación de mejoras, se desarrolle con todas las medidas de prevención en materia de seguridad y salud industrial, a fin de evitar incidentes o accidentes ocupacionales.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar , N. (2013). *Analizar de la Productividad de etanol de caña de azucar en ingenios azucareros de México*. Mexico: Universidad Autonoma del Estado de México.
- Alayo, R., & Becerra , A. (20 de Julio de 2014). *Implementación del plan de mejora continua en el área de producción aplicando la metodología PHVA en la empresa Agroindustrias KAIZEN*. Lima, Perú: Universidad de San Martin de Porres. Recuperado el 15 de Mayo de 2018, de Repositorio Universidad San Martín de Porres / Tesis pregrado:  
[www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/1258/1/becerra\\_gar.pdf](http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/1258/1/becerra_gar.pdf)
- Aquino Reyes, L., & Villena Centeno, L. (06 de Septiembre de 2017). *Propuesta de mejora en los procesos de producción y medio ambiente para reducir los costos operativos de la empresa Curtiduría Orión S.A.C*. Trujillo, Perú: Universidad Privada del Norte. Recuperado el 15 de Mayo de 2018, de Repositorio Institucional Universidad Privada del Norte / Tesis:  
<http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/11602>
- Baca, G. (2014). *Introducción a la ingeniería industrial* (2da edición ed.). México: Grupo Editorial Patria.
- Barcia, W. (2013). *Producción de la caña de Azúcar en el Ecuador*. Quito, Ecuador: Ámbito Económico. Obtenido de  
<http://ambitoeconomico.blogspot.pe/2012/10/produccion-de-la-cana-de-azucar-en-el.html>
- Caldero Casas, M. G., & Peralta Casafranca, C. J. (2014). *Mejora continua de la productividad de la empresa Modasa mediante la metodologia PHVA*. Lima, Perú: Universidad de San Martin de Porres.
- Casa Grande S.A.A. (13 de Mayo de 2018). *Coazúcar*. Obtenido de Coazúcar / Casa Grande: [http://www.coazucar.com/esp/casagrande\\_nosotros.html](http://www.coazucar.com/esp/casagrande_nosotros.html)

- Casa Grande S.A.A. (13 de Mayo de 2018). *Coazúcar*. Obtenido de Coazúcar / Casa Grande: <http://www.casagrande-smv.com/hechos/Casa%20Grande%20Memoria%202017%20.pdf>
- Castro Guanilo, C., & Castillo Sánchez, N. (06 de Octubre de 2017). *"Propuesta de mejora en la gestión de producción para reducir los costos operacionales en la Empresa Hulac S.A.C.* Lima, Perú: Universidad Privada del Norte. Recuperado el 15 de Mayo de 2018, de Repositorio Institucional Universidad Privada del Norte / Trabajos de investigación: <http://hdl.handle.net/11537/11244>
- Cevallos , R. (15 de Febrero de 2016). *Propuesta de mejora de la gestión de producción para reducir los costos operacionales de la empresa Cartavio Rum Company S.A.C.* Trujillo, Perú: Universidad Privada del Norte. Recuperado el 15 de Mayo de 2018, de Repositorio Institucional Universidad Privada del Norte / Tesis: <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10241>
- Chasi Arellano, B. S. (17 de Abril de 2016). *Propuesta de mejora al proceso de producción mediante la aplicación de costos por procesos, a la empresa Plastex S.A., en la ciudad de Quito*. Quito, Ecuador: Universidad Central del Ecuador. Recuperado el 15 de Mayo de 2018, de Repositorio Digital Universidad Central del Ecuador - Tesis Pregrado: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/10933>
- Chiavenato, I. (2007). *Administración de recursos humanos*. Mexico.
- Coazúcar del Perú S.A. (13 de Mayo de 2018). *Coazúcar* . Obtenido de Coazúcar / Institucional: [http://www.coazucar.com/esp/coazucar\\_nosotros.html](http://www.coazucar.com/esp/coazucar_nosotros.html)
- Cuatrecasas, L. (2010). *Diseño avanzado de Procesos y Plantas de Producción Flexible*. Barcelona - España : Bresca Editorial .
- Definición. (23 de Marzo de 2017). *Definición.mx*. Obtenido de Definición. mx/tecnología: <https://definicion.mx/proceso/>
- Definición ABC. (15 de Junio de 2016). *DefiniciónABC.COM*. Obtenido de DefiniciónABC.com / Flujograma: <https://www.definicionabc.com/general/flujograma.php>



- Definista. (17 de Diciembre de 2014). *Concepto Definición*. Obtenido de Concepto Definición: <http://conceptodefinicion.de/proceso/>
- Díaz, J. (2010). *Costos industriales sin contabilidad*. México DF: Pearson educación.
- Dirección de Calidad en Salud. (2012). *Guía Técnica para la Elaboración de Proyectos de Mejora y la Aplicación de Técnicas y Herramientas para la Gestión de la Calidad*. Lima: Ministerio de Salud.
- Espinoza, F. (2013). *Aspectos Financieros en el Mantenimiento*. Talca.
- Franklin B., E. (2004). *Organización de empresas*. Mc Graw Hill.
- García Criollo, R. (2005). *Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. México: Mc Graw - Hill.
- García, M., Quispe, C., & Páez, L. (2015). *Mejora continua de la calidad de los procesos*. Lima: Industrial data.
- Grima, C. (2005). *Técnicas para la Gestión de la Calidad*. Madrid : Diaz de Santos .
- Gutiérrez Pulido, H. (2010). *Calidad total y productividad*. Mexico: Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana.
- Heflo. (30 de Marzo de 2015). *Heflo.com*. Obtenido de Heflo.com / Definiciones: <https://www.heflo.com/es/definiciones/mejora-continua/>
- IIO. (21 de julio de 2016). *Ingeniería Industrial Online.com*. Obtenido de Ingeniería Industrial Online.com / Herramientas: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/procesos-industriales/>
- Instituto Uruguayo de Normas Técnicas. (2009). *Herramientas para la mejora de la calidad*. Montevideo: UNIT - Uruguay.
- Kanawaty, G. (2014). *Introducción al estudio del trabajo*. Ginebra, Suiza: Oficina Internacional del Trabajo. Obtenido de <https://teacherke.files.wordpress.com/2010/09/introduccion-al-estudio-del-trabajo-oit.pdf>
- Lareau, W. (2010). *Office Kaizen, cómo controlar y reducir los costes de gestión en la empresa*. Madrid: Fundacion Confemetal .

- Lazo, G. (2018). *Propuesta de mejora en gestión de producción y distribución para reducir los costos operativos en el centro de beneficio avícola de la empresa Chimú Agropecuaria S.A.* Trujillo: Universidad Privada del Norte. Obtenido de <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13184?locale-attribute=en>
- López , E. (2014). *Análisis y Propuesta de Mejoramiento de la Producción en la empresa VITEFA.* Colombia: Universidad Politecnica Salesiana.
- Meyers, F. (2000). *Estudio de tiempos y movimientos.* México DF: Pearson Educación.
- Navarro, L., & Pastor , A. (2009). *Gestión integral de mantenimiento.* . Marcombo.
- Neuner. (2017). *Variación materiales y mano de obra.* Perú: Costo de Producción. Obtenido de <http://costo-produccion.blogspot.pe/2015/11/variacion-materiales-y-mano-de-obra.html>
- Newstrom, J. (2011). *Comportamiento humano en el trabajo.* México DF: Mc Graw Hill.
- Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño de trabajo.* México DF: Mc Graw Hill.
- Pastor , M. (2018). *Propuesta de mejora mediante la metodología DMAIC para reducir los costos operativos en el área de distribución de combustibles líquidos de la corporación Primax S.A.* Trujillo: Universidad Privada del Norte. Obtenido de <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13210>
- Priore, V. C.-S. (20 de Junio de 2011). *INTAL-LIB.* Obtenido de INTAL-LIB: <http://www20.iadb.org/intal/catalogo/PE/2012/09739.pdf>
- Rela Academia Española. (17 de Diciembre de 2014). *Diccionario RAE.* Obtenido de Diccionario RAE: <http://www.rae.es/>
- Rivera, E. (2011). *Sistema de gestión del Mantenimiento Industrial.* Lima.
- Robert , E., & Lindsay, W. (2008). *Administración y Control de la Calidad.* Mexico : Cengage Learning.
- Rosales, J. (2000). *Elementos de Microeconomía .* Costa Rica .
- RPP Noticias. (2011). *La Libertad: Denuncian contaminación por parte de empresa papelera.* Lima: RPP Noticias. Obtenido de <http://rpp.pe/peru/actualidad/la->

libertad-denuncian-contaminacion-por-parte-de-empresa-papelera-noticia-383969

Schroeder, R. (2009). *Administración de operaciones*. México: Mcgraw - Hill.

Suarez, M., & Dávila, M. (2009). *Encontrando al Kaizen: Un análisis teórico de la Mejora Continua*. Monterrey: Tecnológico de Monterrey.

Tay Tay, C. E. (2011). *DISEÑO Y APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE CALIDAD PARA EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE VÁLVULAS DE PASO TERMOPLÁSTICAS*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Turmero Astros, I., Montero, K., & Tizamo, V. (10 de Septiembre de 2010).

*Monografías.com*. Obtenido de Monografías.com / Monografías:

<http://www.monografias.com/trabajos100/sobre-costos-industriales/sobre-costos-industriales.shtml>

Universidad Tecnológica del Perú - UTP. (2015). *Costos y presupuestos*. Lima: Vicerrectorado de investigación.

Valle arias, J., & Poma Suni, E. D. (2013). *MEJORA DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE LA EMPRESA "KAPS SAC" MEDIANTE LA METODOLOGÍA PHVA*. Lima, Perú: Universidad de San Martín de Porres.

Yunga López, C. A. (11 de Junio de 2014). *Análisis, mejoramiento de los procesos y reducción de costos en la elaboración de envases en la fábrica de plásticos Tang S.A.* Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil. Recuperado el 15 de Mayo de 2018, de Repositorio Institucional de la Universidad de Guayaquil - Tesis Ingeniería Industrial: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/4087>

## **VIII. ANEXOS**

## A. ANEXO DE TABLAS

### A 1. Formatos de tabla de costos de mano de obra indirecta

Tabla 36:

*Formato de tabla de funciones y costos de mano de obra indirecta*

| Ítem | Función   | Costo H-H |       | RR.HH. |
|------|-----------|-----------|-------|--------|
| 1    | Función 1 | S/        | 00.00 | 1      |
| 2    | Función 2 | S/        | 00.00 | 1      |
| 3    | Función 3 | S/        | 00.00 | 1      |
| n    | Función n | S/        | 00.00 | 1      |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37:

*Formato de tabla de costos mensuales de mano de obra indirecta*

| Mes                     | Orden de trabajo | CMOI |       | Tasa de var. mensual |
|-------------------------|------------------|------|-------|----------------------|
| Mes 1                   | Llenado escoria  | S/   | 00.00 | -                    |
| Mes 2                   | Llenado escoria  | S/   | 00.00 | %                    |
| Mes n                   | Llenado escoria  | S/   | 00.00 | %                    |
| <b>Promedio de CMOI</b> |                  | S/   | 00.00 |                      |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38:

*Formato de matriz de cálculo del costo de mano de obra indirecta*

| Matriz de CMOI del proceso de llenado de escoria del mes de ... |                  |           |           |       |       |             |           |       |
|---|------------------|-----------|-----------|-------|-------|-------------|-----------|-------|
| Ítem  | Orden de trabajo | Función   | Costo H-H |       | RR.HH | Horas - Mes | Sub-total |       |
| 1   |                  | Función 1 | S/        | 00.00 | 1     | X           | S/        | 00.00 |
| 2   |                  | Función 2 | S/        | 00.00 | 1     | X           | S/        | 00.00 |
| n   |                  | Función n | S/        | 00.00 | 1     | X           | S/        | 00.00 |
| Total CMOI  |                  |           |           |       |       |             | S/        | 00.00 |

Fuente: Elaboración propia

## A 2. Formatos de tabla de costos de servicios indirectos

Tabla 39:

*Formato de tabla de costos Hora - Máquina*

| <i>Ítem</i> | <i>Descripción de la maquinaria</i> | <i>Costo H-M</i> |       | <i>Cantidad</i> |
|-------------|-------------------------------------|------------------|-------|-----------------|
| 1           | Máquina 1                           | S/               | 00.00 | 1               |
| 2           | Máquina 2                           | S/               | 00.00 | 1               |
| n           | Máquina n                           | S/               | 00.00 | 1               |

*Fuente:* Elaboración propia

Tabla 40:

*Formato de tabla de costos mensuales de servicios indirectos*

| <i>Mes</i>                    | <i>Orden de trabajo</i> | <i>CSI</i> |       | <i>Tasa de var. mensual</i> |
|-------------------------------|-------------------------|------------|-------|-----------------------------|
| Mes 1                         | Llenado escoria         | S/         | 00.00 | -                           |
| Mes 2                         | Llenado escoria         | S/         | 00.00 | %                           |
| Mes n                         | Llenado escoria         | S/         | 00.00 | %                           |
| <b><i>Promedio de CSI</i></b> |                         | S/         | 00.00 |                             |

*Fuente:* Elaboración propia

Tabla 41:

*Formato de matriz de cálculo de costos de servicios indirectos*

| <b>Matriz de CSI del proceso de llenado de escoria del mes de Marzo</b> |                         |                                     |                        |   |              |                    |                  |
|---|-------------------------|-------------------------------------|------------------------|---|--------------|--------------------|------------------|
| <i>Ítem</i>   | <i>Orden de trabajo</i> | <i>Descripción de la maquinaria</i> | <i>Costo hora-Maq.</i> |   | <i>Cant.</i> | <i>Horas - Mes</i> | <i>Sub-total</i> |
| 1   | Llenado escoria         | Máquina 1                           | S/                     | - | 1            | hh                 | S/ -             |
| 2   | Llenado escoria         | Máquina 2                           | S/                     | - | 1            | hh                 | S/ -             |
| n   | Llenado escoria         | Máquina n                           | S/                     | - | 1            | hh                 | S/ -             |
| Total CSI   |                         |                                     |                        |   |              |                    | S/ -             |

*Fuente:* Elaboración propia

### A 3. Formatos de tabla de costo indirecto total

Tabla 42:

*Formato de tabla de costos indirectos totales*

| <i>Mes</i>                     | <i>Orden de trabajo</i> | <i>CMOI</i> | <i>CSI</i> | <i>C. mensual</i> |
|--------------------------------|-------------------------|-------------|------------|-------------------|
| Mes 1                          | Llenado escoria         | S/          | -          | S/ -              |
| Mes 2                          | Llenado escoria         | S/          | -          | S/ -              |
| Mes n                          | Llenado escoria         | S/          | -          | S/ -              |
| <b>Costo total del periodo</b> |                         |             |            | <b>S/ -</b>       |

Fuente: Elaboración propia

### A 4. Formato de tabla de estructura accionaria

Tabla 43:

*Formato estructura Accionaria de Casa Grande S.A.A.*

| <b>Accionista</b>                   | <b>%</b> | <b>Grupo Económico</b> | <b>Nacionalidad</b> |
|-------------------------------------|----------|------------------------|---------------------|
| Corporación Azucarera del Perú S.A. | 58.22    | Grupo Gloria           | Peruana             |
| Gubbins Granger Alejandro Henry     | 5.34     | Inversionista          | Peruana             |

Fuente: Memoria Anual 2017 Casa Grande S.A.A. (Casa Grande S.A.A., 2018).

### A 5. Formatos de tablas para evaluación de problemas

Tabla 44:

*Formato de cuadro de identificación de problemas*

| <b>Ítem</b> | <b>Problema</b> | <b>Descripción del problema</b> | <b>Área</b> |
|-------------|-----------------|---------------------------------|-------------|
| 1           | Problema 1      | Abc ...                         | Área 1      |
| 2           | Problema 2      | Abc ...                         | Área 2      |
| 3           | Problema 3      | Abc ...                         | Área 3      |
| 4           | Problema 4      | Abc ...                         | Área 4      |
| n           | Problema n      | Abc ...                         | Área n      |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45:

*Formato de cuadro de jerarquización de problemas, según su costo*

| Ítem | Problema   | Descripción del problema | Área   | Costo Medio |
|------|------------|--------------------------|--------|-------------|
| 1    | Problema 1 | Abc ...                  | Área 1 | S/          |
| 2    | Problema 2 | Abc ...                  | Área 2 | S/          |
| n    | Problema n | Abc ...                  | Área n | S/          |

*Fuente:* Elaboración propia

Tabla 46:

*Formato de tabla de deficiencias en el proceso de llenado de escoria*

| Ítem | Problema | Descripción del problema |
|------|----------|--------------------------|
| 1    |          |                          |
| 2    |          |                          |
| 3    |          |                          |
| 4    |          |                          |
| 5    |          |                          |
| 6    |          |                          |

*Fuente:* Elaboración propia

Tabla 47:

*Formato de tabla de cuantificación de la prioridad de los problemas*

| Ítem | Problema | Descripción del problema | Escala de prioridad |
|------|----------|--------------------------|---------------------|
| 1    |          |                          |                     |
| 2    |          |                          |                     |
| 3    |          |                          |                     |
| 4    |          |                          |                     |
| 5    |          |                          |                     |
| 6    |          |                          |                     |

*Fuente:* Elaboración propia

Tabla 48:

*Formato de escala de prioridad de los problemas*

|                 |                   |
|-----------------|-------------------|
| Prioridad alta  | $4 < EP$          |
| Prioridad media | $2.5 < EP \leq 4$ |
| Prioridad baja  | $EP \leq 2.5$     |

*Fuente:* Elaboración propia



Tabla 49:

*Formato de tabla de nivel de prioridad de los problemas*

| Ítem | Problema | Descripción del problema | Escala de prioridad | Nivel de prioridad |
|------|----------|--------------------------|---------------------|--------------------|
| 1    |          |                          |                     |                    |
| 2    |          |                          |                     |                    |
| 3    |          |                          |                     |                    |
| 4    |          |                          |                     |                    |
| 5    |          |                          |                     |                    |
| 6    |          |                          |                     |                    |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50:

*Formato de tabla para jerarquización de los problemas, según su prioridad*

| Ítem | Problema | Escala de prioridad (EP) | Nivel de prioridad |
|------|----------|--------------------------|--------------------|
| 1    |          |                          |                    |
| 4    |          |                          |                    |
| 3    |          |                          |                    |
| 2    |          |                          |                    |
| 5    |          |                          |                    |
| 6    |          |                          |                    |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51:

*Formato de tabla de historial de tiempos del proceso*

| Ítem | Descripción del proceso | Fecha de ejecución | TUP (Horas) |
|------|-------------------------|--------------------|-------------|
| 1    | Llenado de escoria      | 2018               |             |
| 2    | Llenado de escoria      | 2018               |             |
| 3    | Llenado de escoria      | 2018               |             |
| 4    | Llenado de escoria      | 2018               |             |
| n    | Llenado de escoria      | 2018               |             |
|      |                         | TPP                | H           |

Fuente: Elaboración propia

## A 6. Formatos de tablas para mejora de procesos

Tabla 52:

*Formato de cuadro consolidado de propuestas de mejora*

| Ítem | Problema | Descripción del problema | Causa Raíz | Solución | Acción de mejora |
|------|----------|--------------------------|------------|----------|------------------|
| 1    |          |                          |            |          |                  |
|      |          |                          |            |          |                  |
|      |          |                          |            |          |                  |
| 2    |          |                          |            |          |                  |
|      |          |                          |            |          |                  |
|      |          |                          |            |          |                  |

*Fuente:* Elaboración propia

Tabla 53:  
*Formatos de tabla de actividades de mejora*

| <i>N°</i> | <i>Actividad</i> | <i>Meta</i> | <i>Unidad de medida</i> | <i>Responsable de ejecución</i> | <i>Responsable de control</i> |
|-----------|------------------|-------------|-------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| 1         |                  |             |                         |                                 |                               |
| 2         |                  |             |                         |                                 |                               |
| 3         |                  |             |                         |                                 |                               |
| 4         |                  |             |                         |                                 |                               |
| 5         |                  |             |                         |                                 |                               |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 54:  
*Formato de cronograma de actividades de mejora*

| <i>N°</i> | <i>Actividad</i> | <i>Meta</i> | <i>Cronograma</i> |              |              |
|-----------|------------------|-------------|-------------------|--------------|--------------|
|           |                  |             | <i>Mayo</i>       | <i>Junio</i> | <i>Julio</i> |
| 1         |                  |             | X                 |              |              |
| 2         |                  |             |                   | X            |              |
| 3         |                  |             |                   |              | X            |
| 4         |                  |             |                   |              | X            |
| 5         |                  |             |                   |              | X            |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 55:  
*Formato de tabla para seguimiento de la mejora*

| <i>N°</i> | <i>Actividad</i> | <i>Unidad de medida</i> | <i>Meta</i> | <i>Avance</i> | <i>% Avance</i> |
|-----------|------------------|-------------------------|-------------|---------------|-----------------|
| 1         |                  |                         |             |               |                 |
| 2         |                  |                         |             |               |                 |
| 3         |                  |                         |             |               |                 |
| 4         |                  |                         |             |               |                 |
| 5         |                  |                         |             |               |                 |

Fuente: Elaboración propia

## A 7. Formato de tabla de respuestas consolidadas de la encuesta

Tabla 56:

*Formato de tabla de respuestas consolidadas de la encuesta de priorización.*

| Ítem | Problema   | Descripción del problema | Experto 1 | Experto 2 | Experto 3 | Experto 4 | Experto 5 | Experto 6 | Experto 7 | Experto 8 | Experto 9 | Experto 10 |
|------|------------|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 1    | Problema 1 | Descripción del problema |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |
| 2    | Problema 2 | Descripción del problema |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |
| 3    | Problema 3 | Descripción del problema |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |
| 4    | Problema 4 | Descripción del problema |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |
| 5    | Problema 5 | Descripción del problema |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |
| n    | Problema n | Descripción del problema |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |

Fuente: Elaboración propia

**A 8. Matriz de cálculo de costos de MOI, marzo – mayo, 2018.**

Tabla 57:

*Costo de mano de obra indirecta marzo - mayo, 2018*

| <b>Matriz de CMOI del proceso de llenado de escoria del mes de Marzo</b> |                         |                       |                  |       |              |                    |                  |                 |
|--|-------------------------|-----------------------|------------------|-------|--------------|--------------------|------------------|-----------------|
| <b>Ítem</b>  | <b>Orden de trabajo</b> | <b>Función</b>        | <b>Costo H-H</b> |       | <b>RR.HH</b> | <b>Horas - Mes</b> | <b>Sub-total</b> |                 |
| 1  | Llenado escoria         | Operador volquete     | S/               | 15.63 | 1            | 38                 | S/               | 593.75          |
| 2  | Llenado escoria         | Operador carg.frontal | S/               | 17.50 | 1            | 38                 | S/               | 665.00          |
| 3  | Llenado escoria         | Operador grúa Terex   | S/               | 17.50 | 1            | 38                 | S/               | 665.00          |
| 4  | Llenado escoria         | Guía de movilización  | S/               | 7.50  | 2            | 38                 | S/               | 570.00          |
| 5  | Llenado escoria         | Personal de apoyo     | S/               | 7.50  | 3            | 38                 | S/               | 855.00          |
| 6  | Llenado escoria         | Supervisor de oper.   | S/               | 17.50 | 1            | 38                 | S/               | 665.00          |
| <b>Total CMOI</b>  |                         |                       |                  |       |              |                    | <b>S/</b>        | <b>4,013.75</b> |

| <b>Matriz de CMOI del proceso de llenado de escoria del mes de Abril</b> |                         |                        |                  |       |              |                    |                  |                 |
|--|-------------------------|------------------------|------------------|-------|--------------|--------------------|------------------|-----------------|
| <b>Ítem</b>  | <b>Orden de trabajo</b> | <b>Función</b>         | <b>Costo H-H</b> |       | <b>RR.HH</b> | <b>Horas - Mes</b> | <b>Sub-total</b> |                 |
| 1  | Llenado escoria         | Operador volquete      | S/               | 15.63 | 1            | 42                 | S/               | 656.25          |
| 2  | Llenado escoria         | Operador carg. frontal | S/               | 17.50 | 1            | 42                 | S/               | 735.00          |
| 3  | Llenado escoria         | Operador grúa Terex    | S/               | 17.50 | 1            | 42                 | S/               | 735.00          |
| 4  | Llenado escoria         | Guía de movilización   | S/               | 7.50  | 2            | 42                 | S/               | 630.00          |
| 5  | Llenado escoria         | Personal de apoyo      | S/               | 7.50  | 3            | 42                 | S/               | 945.00          |
| 6  | Llenado escoria         | Supervisor de oper.    | S/               | 17.50 | 1            | 42                 | S/               | 735.00          |
| <b>Total CMOI</b>  |                         |                        |                  |       |              |                    | <b>S/</b>        | <b>4,436.25</b> |

| <b>Matriz de CMOI del proceso de llenado de escoria del mes de Mayo</b> |                         |                       |                  |       |              |                    |                  |                 |
|---|-------------------------|-----------------------|------------------|-------|--------------|--------------------|------------------|-----------------|
| <b>Ítem</b>   | <b>Orden de trabajo</b> | <b>Función</b>        | <b>Costo H-H</b> |       | <b>RR.HH</b> | <b>Horas - Mes</b> | <b>Sub-total</b> |                 |
| 1   | Llenado escoria         | Operador volquete     | S/               | 15.63 | 1            | 44                 | S/               | 687.50          |
| 2   | Llenado escoria         | Operador carg.frontal | S/               | 17.50 | 1            | 44                 | S/               | 770.00          |
| 3   | Llenado escoria         | Operador grúa Terex   | S/               | 17.50 | 1            | 44                 | S/               | 770.00          |
| 4   | Llenado escoria         | Guía de movilización  | S/               | 7.50  | 2            | 44                 | S/               | 660.00          |
| 5   | Llenado escoria         | Personal de apoyo     | S/               | 7.50  | 3            | 44                 | S/               | 990.00          |
| 6   | Llenado escoria         | Supervisor de oper.   | S/               | 17.50 | 1            | 44                 | S/               | 770.00          |
| <b>Total CMOI</b>   |                         |                       |                  |       |              |                    | <b>S/</b>        | <b>4,647.50</b> |

Fuente: División de Generación de Energía de la empresa Casa Grande S.A.A.

**A 9. Matriz de cálculo de costos de serv. indirectos, marzo – mayo, 2018.**

Tabla 58:

*Costo de servicios indirectos marzo - mayo, 2018*

| <b>Matriz de CSI del proceso de llenado de escoria del mes de Marzo</b> |                         |                                     |                        |              |                    |                  |
|---|-------------------------|-------------------------------------|------------------------|--------------|--------------------|------------------|
| <b>Ítem</b>   | <b>Orden de trabajo</b> | <b>Descripción de la maquinaria</b> | <b>Costo hora-Maq.</b> | <b>Cant.</b> | <b>Horas - Mes</b> | <b>Sub-total</b> |
| 1   | Llenado escoria         | Volquete 8Tn                        | S/ 108.00              | 1            | 38                 | S/ 4,104.00      |
| 2   | Llenado escoria         | Cargador frontal                    | S/ 159.00              | 1            | 38                 | S/ 6,042.00      |
| 3   | Llenado escoria         | Grúa Terex                          | S/ 283.00              | 1            | 38                 | S/ 10,754.00     |
| Total CSI   |                         |                                     |                        |              |                    | S/ 20,900.00     |
| <b>Matriz de CSI del proceso de llenado de escoria del mes de Abril</b> |                         |                                     |                        |              |                    |                  |
| <b>Ítem</b>   | <b>Orden de trabajo</b> | <b>Descripción de la maquinaria</b> | <b>Costo hora-Maq.</b> | <b>Cant.</b> | <b>Horas - Mes</b> | <b>Sub-total</b> |
| 1   | Llenado escoria         | Volquete 8Tn                        | S/ 108.00              | 1            | 42                 | S/ 4,536.00      |
| 2   | Llenado escoria         | Cargador frontal                    | S/ 159.00              | 1            | 42                 | S/ 6,678.00      |
| 3   | Llenado escoria         | Grúa Terex                          | S/ 283.00              | 1            | 42                 | S/ 11,886.00     |
| Total CSI   |                         |                                     |                        |              |                    | S/ 23,100.00     |
| <b>Matriz de CSI del proceso de llenado de escoria del mes de Mayo</b>  |                         |                                     |                        |              |                    |                  |
| <b>Ítem</b>   | <b>Orden de trabajo</b> | <b>Descripción de la maquinaria</b> | <b>Costo hora-Maq.</b> | <b>Cant.</b> | <b>Horas - Mes</b> | <b>Sub-total</b> |
| 1   | Llenado escoria         | Volquete 8Tn                        | S/ 108.00              | 1            | 44                 | S/ 4,752.00      |
| 2   | Llenado escoria         | Cargador frontal                    | S/ 159.00              | 1            | 44                 | S/ 6,996.00      |
| 3   | Llenado escoria         | Grúa Terex                          | S/ 283.00              | 1            | 44                 | S/ 12,452.00     |
| Total CSI   |                         |                                     |                        |              |                    | S/ 24,200.00     |

Fuente: División de Generación de Energía de la empresa Casa Grande S.A.A.

## A 10. Resultados de la encuesta de priorización de problemas

Tabla 59:

*Resultados consolidados de la encuesta de priorización de problemas*

| Ítem | Problema   | Descripción del problema   | Experto 1 | Experto 2 | Experto 3 | Experto 4 | Experto 5 | Experto 6 | Experto 7 | Experto 8 | Experto 9 | Experto 10 |
|------|--|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 1    | Excesivo tiempo consumido en el proceso.                           | 4 ciclos de alimentación de escoria para completar el proceso, cada uno con un tiempo medio mayor a 2 horas.                               | 5         | 5         | 4         | 4         | 5         | 3         | 5         | 5         | 4         | 5          |
| 2    | Riesgo de contaminación de la escoria.                             | Debido a que la escoria es depositada en un almacén temporal que no ha sido acondicionado para dicha función.                              | 3         | 4         | 2         | 3         | 3         | 4         | 2         | 2         | 3         | 3          |
| 3    | Contaminación ambiental por la carga y descarga de escoria.        | El movimiento de carga y descarga de la escoria genera sólidos en suspensión que se esparcen por toda la fábrica y zonas urbanas cercanas. | 3         | 3         | 3         | 5         | 4         | 3         | 4         | 3         | 2         | 2          |
| 4    | Baja productividad del proceso.                                    | Se consumen demasiados recursos humanos y financieros en el proceso.   | 4         | 4         | 5         | 4         | 4         | 5         | 5         | 5         | 5         | 4          |
| 5    | Riesgo de humedecimiento de la escoria.                            | La escoria es depositada en un almacén temporal sin protección contra precipitaciones.   | 1         | 2         | 1         | 2         | 1         | 3         | 2         | 2         | 2         | 1          |
| 6    | Escasa iluminación cuando el proceso se realiza en el turno noche. | Las luminarias instaladas no son suficientes para brindar una iluminación adecuada cuando se ejecuta el proceso.                           | 2         | 1         | 1         | 1         | 2         | 1         | 2         | 2         | 2         | 1          |

*Fuente:* Encuesta de priorización de problemas

**A 11. Matriz de cálculo de costos de MOI, junio - julio, 2018.**

Tabla 60:

*Costo de mano de obra indirecta junio - julio, 2018*

| <b>Matriz de CMOI del proceso de llenado de escoria del mes de junio</b> |                         |                           |                  |       |              |                        |                  |          |
|--|-------------------------|---------------------------|------------------|-------|--------------|------------------------|------------------|----------|
| <b>Ítem</b>  | <b>Orden de trabajo</b> | <b>Función</b>            | <b>Costo H-H</b> |       | <b>RR.HH</b> | <b>Horas<br/>- Mes</b> | <b>Sub-total</b> |          |
| 1  | Llenado escoria         | Operador volquete         | S/               | 15.63 | 1            | 36.1                   | S/               | 564.06   |
| 2  | Llenado escoria         | Operador cargador frontal | S/               | 17.50 | 1            | 36.1                   | S/               | 631.75   |
| 3  | Llenado escoria         | Supervisor de operaciones | S/               | 17.50 | 1            | 36.1                   | S/               | 631.75   |
| 4  | Llenado escoria         | Guía de movilización      | S/               | 7.50  | 1            | 36.1                   | S/               | 270.75   |
| 5  | Llenado escoria         | Personal de apoyo         | S/               | 7.50  | 1            | 36.1                   | S/               | 270.75   |
| Total CMOI   |                         |                           |                  |       |              |                        | S/               | 2,369.06 |

| <b>Matriz de CMOI del proceso de llenado de escoria del mes de Julio</b> |                         |                           |                  |       |              |                        |                  |          |
|--|-------------------------|---------------------------|------------------|-------|--------------|------------------------|------------------|----------|
| <b>Ítem</b>  | <b>Orden de trabajo</b> | <b>Función</b>            | <b>Costo H-H</b> |       | <b>RR.HH</b> | <b>Horas<br/>- Mes</b> | <b>Sub-total</b> |          |
| 1  | Llenado escoria         | Operador volquete         | S/               | 15.63 | 1            | 31.5                   | S/               | 492.19   |
| 2  | Llenado escoria         | Operador cargador frontal | S/               | 17.50 | 1            | 31.5                   | S/               | 551.25   |
| 3  | Llenado escoria         | Supervisor de operaciones | S/               | 17.50 | 1            | 31.5                   | S/               | 551.25   |
| 4  | Llenado escoria         | Guía de movilización      | S/               | 7.50  | 1            | 31.5                   | S/               | 236.25   |
| 5  | Llenado escoria         | Personal de apoyo         | S/               | 7.50  | 1            | 31.5                   | S/               | 236.25   |
| Total CMOI   |                         |                           |                  |       |              |                        | S/               | 2,067.19 |

Fuente: División de Generación de Energía de la empresa Casa Grande S.A.A.

Referencia: Anexo (D7) Historial de horas



**A 12. Matriz de cálculo de costos de serv. indirectos, junio - julio, 2018.**

Tabla 61:

*Costo de servicios indirectos junio - julio, 2018*

Costo de Servicios Manuales junio - junio, 2019

| Matriz de CSI del proceso de llenado de escoria del mes de junio |                  |                              |                 |           |             |           |          |
|--|------------------|------------------------------|-----------------|-----------|-------------|-----------|----------|
| Ítem   | Orden de trabajo | Descripción de la maquinaria | Costo hora-Maq. | Cant.     | Horas - Mes | Sub-total |          |
| 1  | Llenado escoria  | Volquete 8Tn                 | S/ 108.00       | 1         | 36.1        | S/        | 3,898.80 |
| 2  | Llenado escoria  | Cargador frontal             | S/ 159.00       | 1         | 36.1        | S/        | 5,739.90 |
|  |                  |                              |                 | Total CSI |             | S/        | 9,638.70 |

| Matriz de CSI del proceso de llenado de escoria del mes de julio |                  |                              |                 |           |             |           |          |
|--|------------------|------------------------------|-----------------|-----------|-------------|-----------|----------|
| Ítem   | Orden de trabajo | Descripción de la maquinaria | Costo hora-Maq. | Cant.     | Horas - Mes | Sub-total |          |
| 1  | Llenado escoria  | Volquete 8Tn                 | S/ 108.00       | 1         | 31.5        | S/        | 3,402.00 |
| 2  | Llenado escoria  | Cargador frontal             | S/ 159.00       | 1         | 31.5        | S/        | 5,008.50 |
|  |                  |                              |                 | Total CSI |             | S/        | 8,410.50 |

*Fuente:* División de Generación de Energía de la empresa Casa Grande S.A.A.

## B. ANEXO DE FIGURAS

### B 1. Formato de gráfico de barras

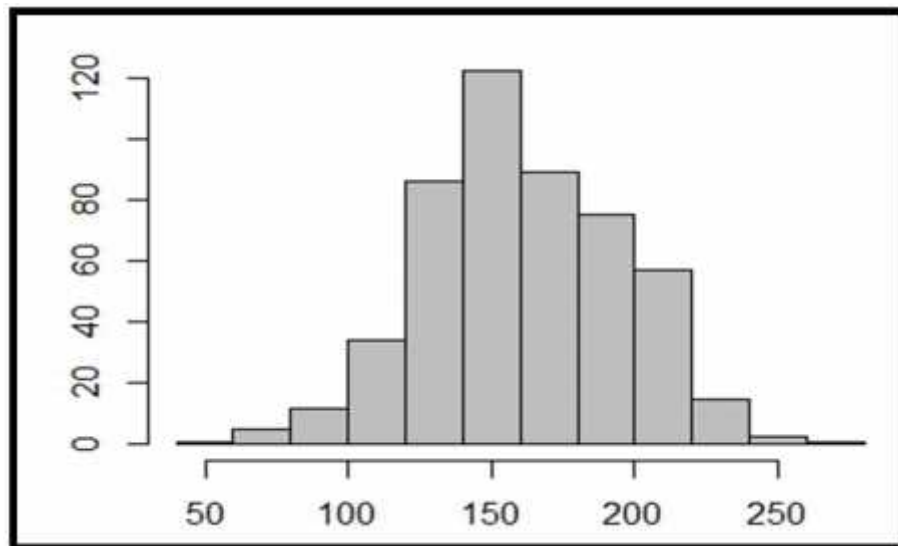


Figura 14: Formato de gráfico de barras

Fuente: Elaboración propia

Referencia: Dirección de Operaciones (Schroeder, 2009)

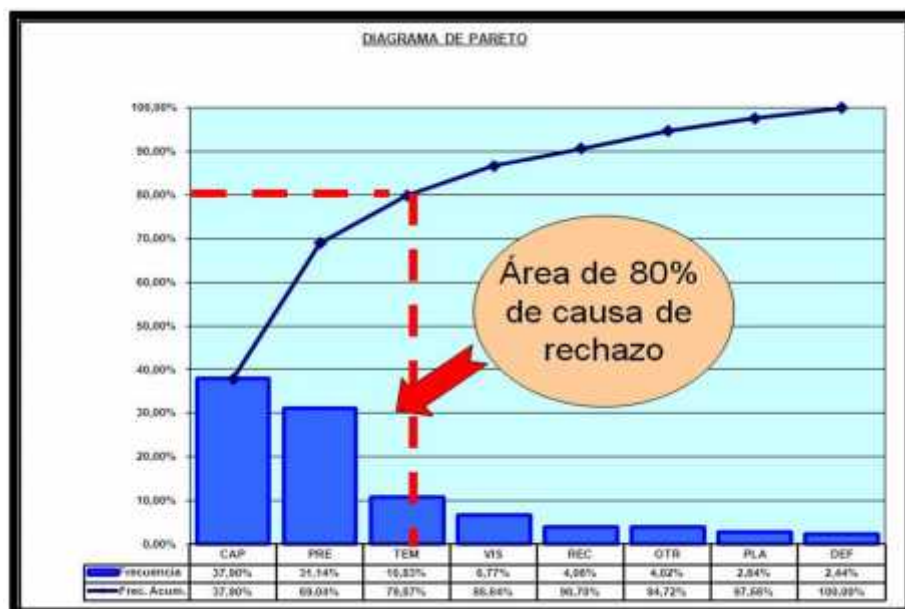


Figura 15: Formato de diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración propia

Referencia: Introducción a la Ingeniería Industrial (Baca, 2014)

## B 2. Simbología de un diagrama de flujo de procesos

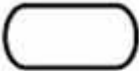


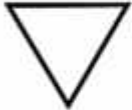
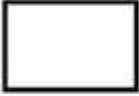



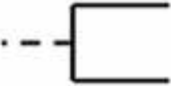


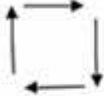



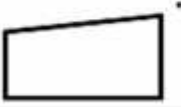
| SÍMBOLO  | REPRESENTA  | SÍMBOLO  | REPRESENTA   |
|--|---|--|--|
|   | Terminal. Indica el inicio o la terminación del flujo, puede ser acción o lugar; además se usa para indicar una unidad administrativa o persona que recibe o proporciona información. |    | Documento. Representa cualquier tipo de documento que entra, se utilice, se genere o salga del procedimiento.                                  |
|   | Disparador. Indica el inicio de un procedimiento, contiene el nombre de éste o el nombre de la unidad administrativa donde se da inicio.  |    | Archivo. Representa un archivo común y corriente de oficina.   |
|   | Operación. Representa la realización de una operación o actividad relativas a un procedimiento.   |     | Conector. Representa una conexión o enlace de una parte del diagrama de flujo con otra parte lejana del mismo.                                 |
|   | Decisión o alternativa. Indica un punto dentro del flujo en que son posibles varios caminos alternativos.   |     | Conector de página. Representa una conexión o enlace con otra hoja diferente, en la que continúa el diagrama de flujo.                         |
|    | Nota aclaratoria. No forma parte del diagrama de flujo, es un elemento que se adiciona a una operación o actividad para dar una explicación.  |    | Línea de comunicación. Proporciona la transmisión de información de un lugar a otro mediante?  |
| SÍMBOLO  | REPRESENTA  | SÍMBOLO  | REPRESENTA   |
|   | Operación con teclado. Representa una operación en que se utiliza una perforadora o verificadora de tarjeta.  |  | Dirección de flujo o línea de unión. Conecta los símbolos señalando el orden en que se deben realizar las distintas operaciones.               |
|   | Tarjeta perforadora. Representa cualquier tipo de tarjeta perforada que se utilice en el procedimiento.   |  | Cinta magnética. Representa cualquier tipo de cinta magnética que se utilice en el procedimiento.  |
|   | Cinta perforada. Representa cualquier tipo de cinta perforada que se utilice en el procedimiento.   |  | Teclado en línea. Representa el uso de un dispositivo en línea para promocionar información a una computadora electrónica u obtenerla de ella. |
| NOTA: Los símbolos marcados con * son utilizados en combinación con el resto cuando se está elaborando un diagrama de flujo de un procedimiento en el cual interviene algún equipo de procesamiento electrónico. |   |  |  |

Figura 16. Simbología de un diagrama de flujo

Fuente: Introducción a la Ingeniería Industrial (Baca, 2014)

### B 3. Organigrama estructural de la empresa Casa Grande S.A.A.

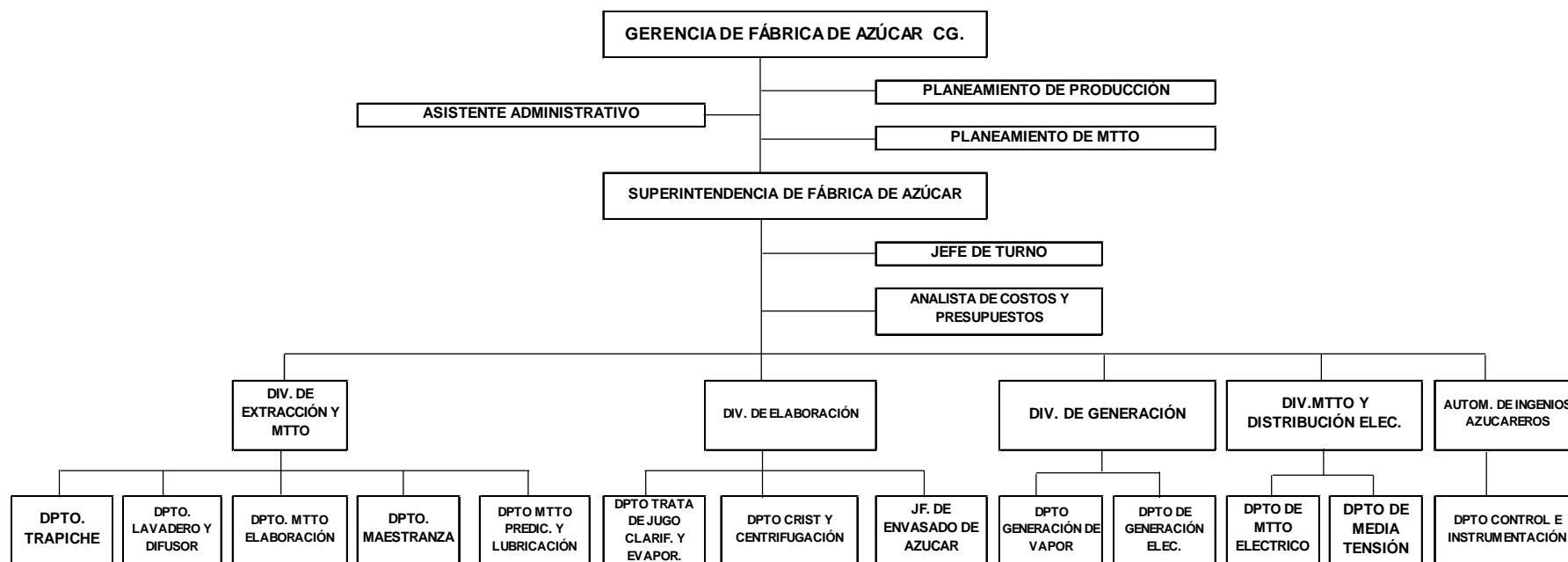


Figura 17: Organigrama estructural de la empresa Casa Grande S.A.A.

Fuente: Gerencia de fábrica de la empresa Casa Grande S.A.A.

#### B 4. Organigrama estructural del Departamento de Generación de Vapor

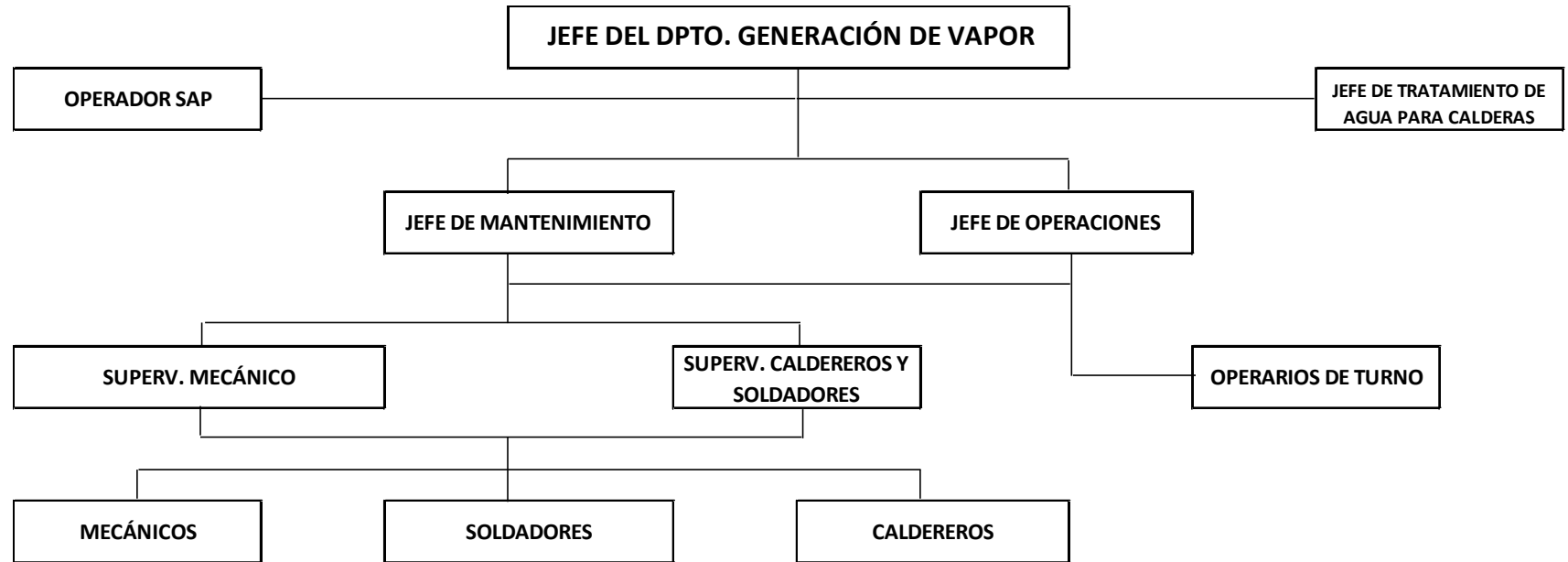


Figura 18: Organigrama estructural del Departamento de Generación de Energía.

Fuente: Gerencia de fábrica de la empresa Casa Grande S.A.A.

**B 5. Diagrama de flujo inicial del proceso de llenado de escoria.**

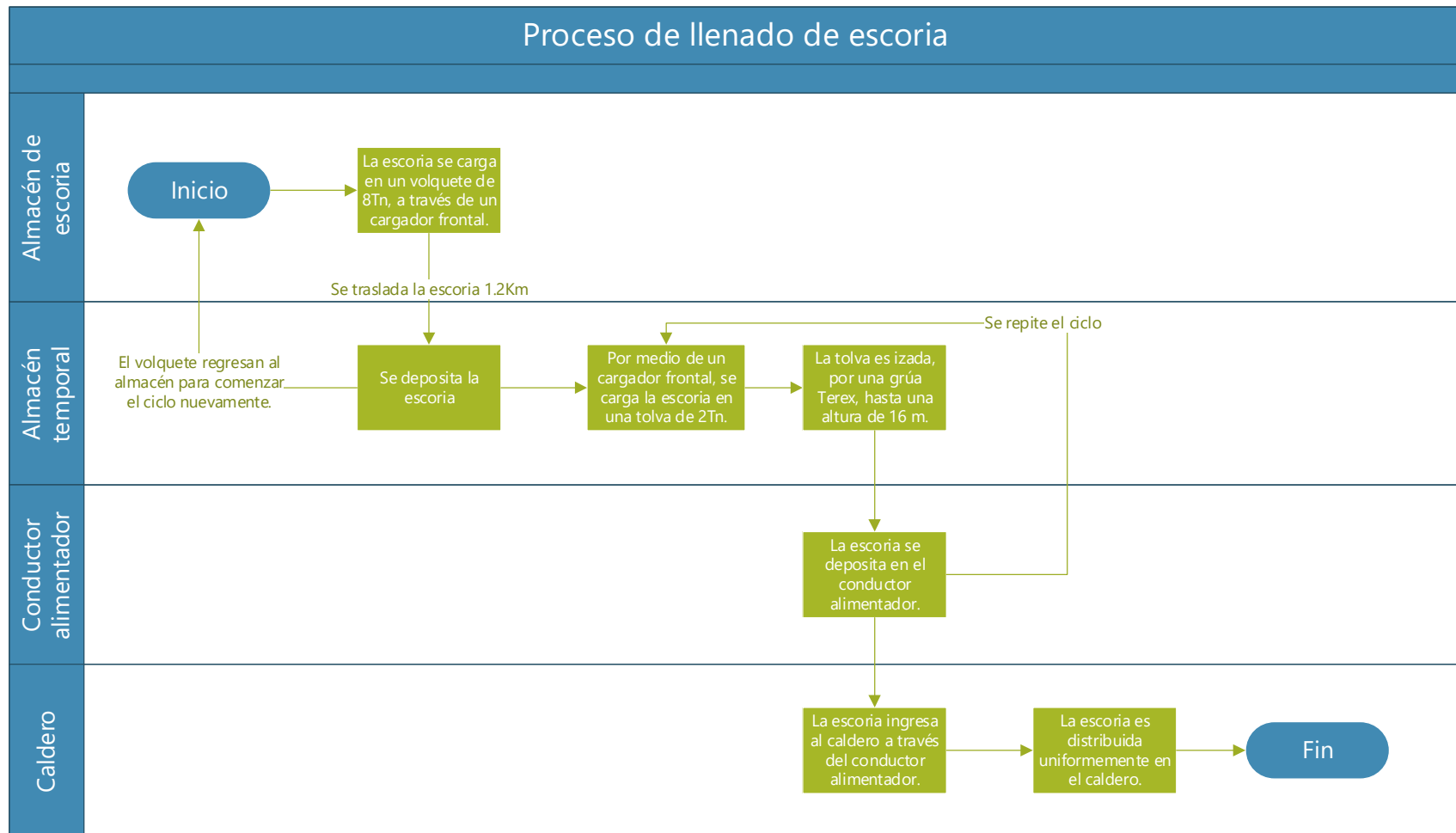


Figura 19. Diagrama de flujo inicial del proceso de llenado de escoria

Fuente: Departamento de Generación de Vapor de la empresa Casa Grande S.A.A.

**B 6. Diagrama de flujo final del proceso de llenado de escoria.**

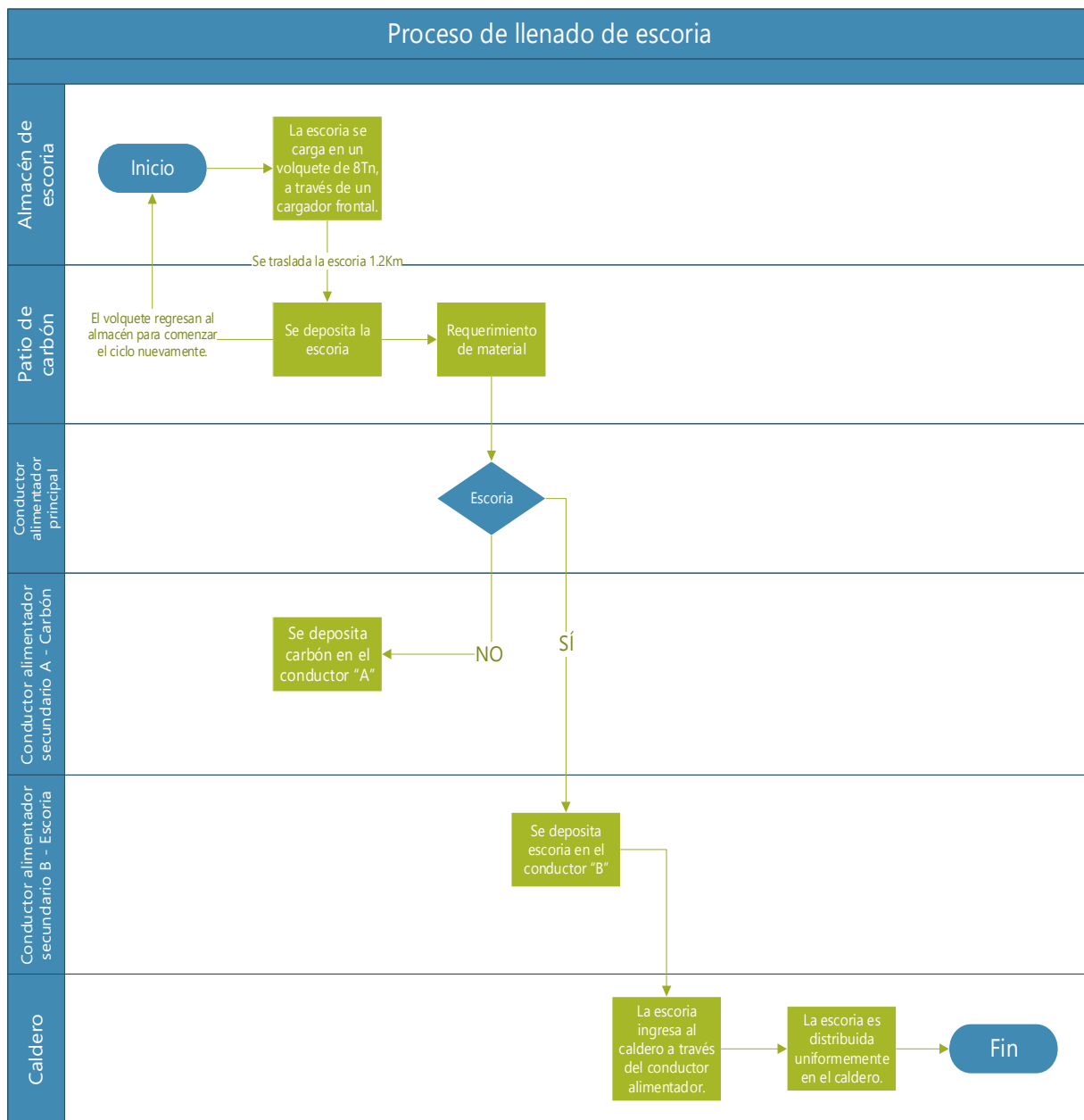
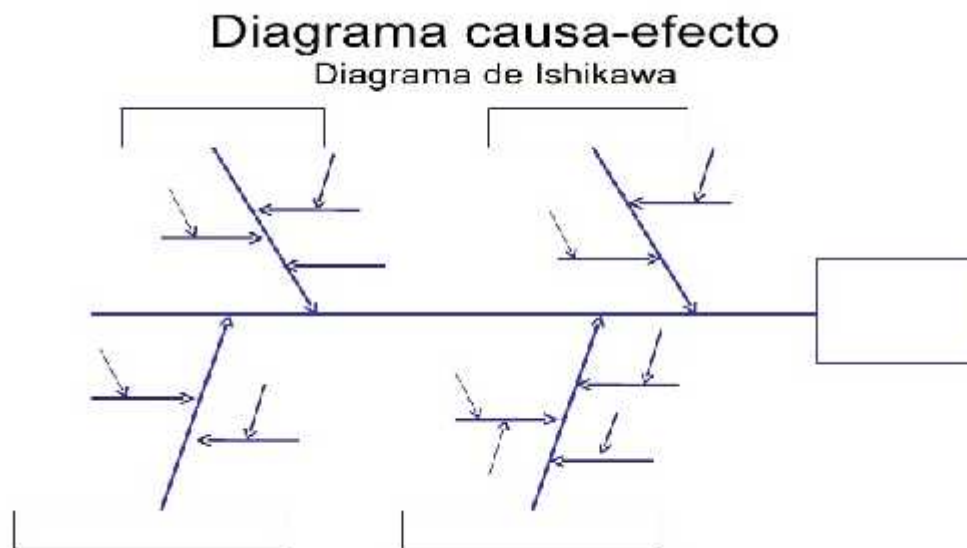


Figura 20. Diagrama de flujo final del proceso de llenado de escoria

Fuente: Elaboración propia.

## C. ANEXO DE INSTRUMENTOS

### C 1. Formato de diagrama causa - efecto

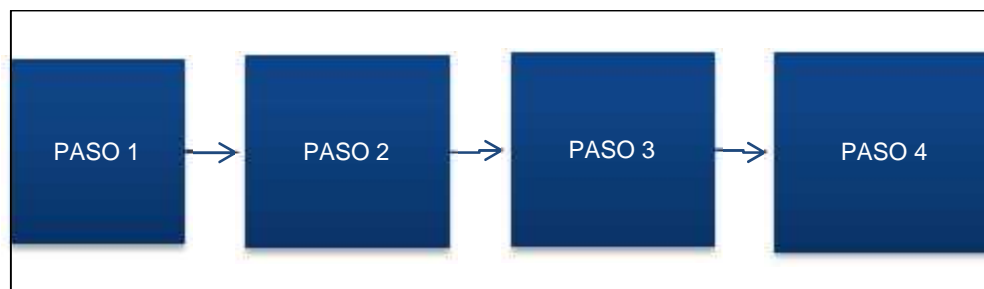


*Figura 21:* Formato de diagrama causa - efecto

*Fuente:* Elaboración propia

*Referencia:* Introducción a la Ingeniería Industrial (Baca, 2014)

### C 2. Formato de diagrama de procedimientos



*Figura 22:* Formato de diagrama de procedimientos

*Fuente:* Elaboración propia.



### C 3. Formato de diagrama de flujo de procesos

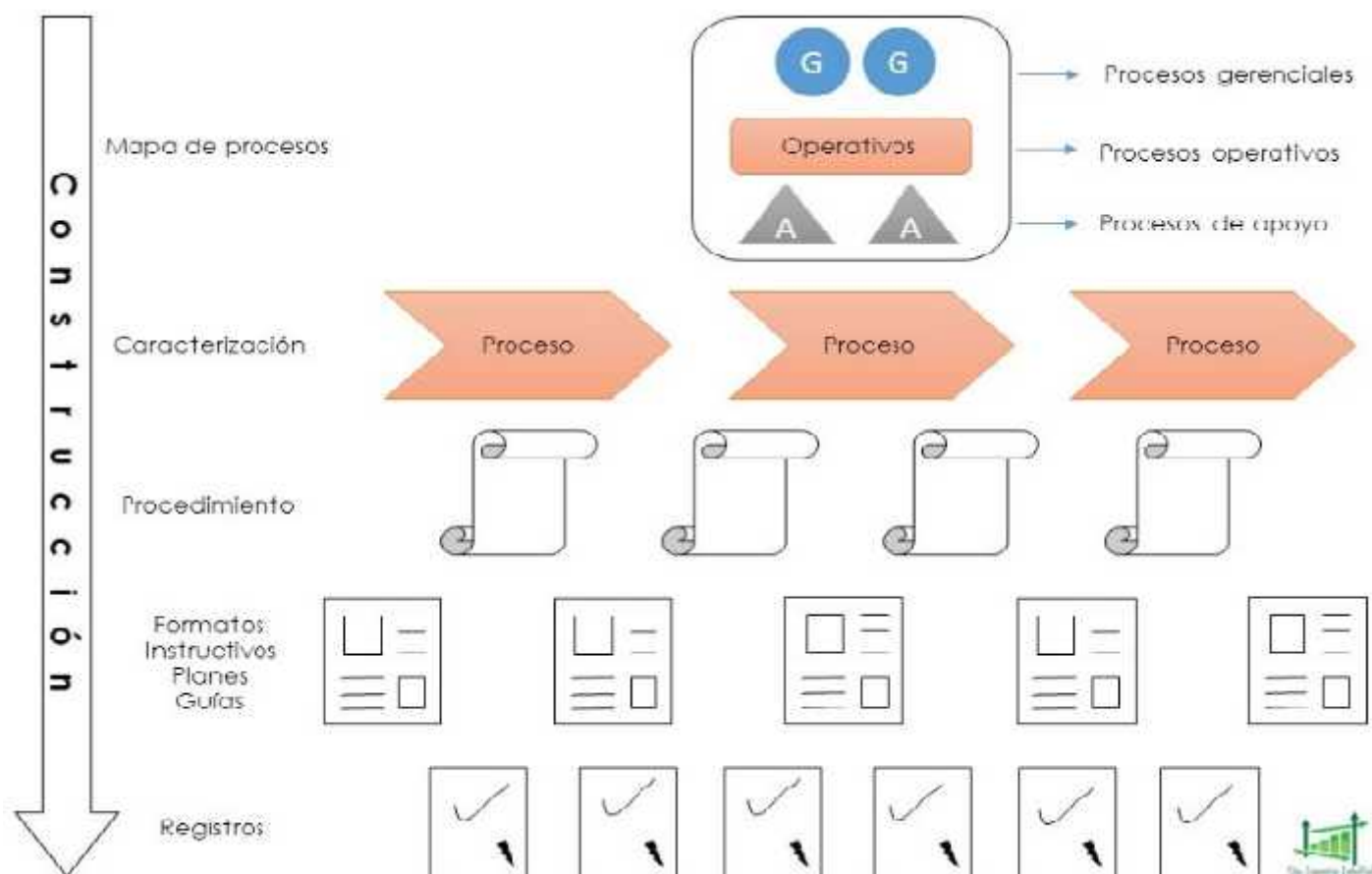


Figura 23: Formato de diagrama de flujo de procesos

Fuente: Elaboración propia.

Referencia: Calidad Total y Productividad (Gutiérrez Pulido, 2010)

## C 4. Encuesta de nivel de prioridad de deficiencias

### Datos generales:

|                        |  |   |   |      |   |                   |         |   |   |                     |
|------------------------|--|---|---|------|---|-------------------|---------|---|---|---------------------|
| Nombre de la encuesta: | Encuesta para determinar el nivel de prioridad de atención de deficiencias en el proceso de llenado de escoria |   |   |      |   |                   |         |   |   |                     |
| Código encuesta:       |  |   |   |      |   | Fecha aplicación: |         |   |   |                     |
| N° de preguntas:       | 6  |   |   |      |   | Dimensiones:      | 5       |   |   |                     |
| Form. respuestas:      | Politómica (1 - 5)   |   |   |      |   | Escala de med.:   | Likert  |   |   |                     |
| Pond. respuestas:      | Muy Baja   | = | 1 | Baja | = | 2                 | Regular | = | 3 | Alta = 4 Muy alta 5 |

### Datos del encuestado:

|              |                                      |
|--------------|--------------------------------------|
| Nombre:      |                                      |
| Institución: | Casa Grande Sociedad Anónima Abierta |
| Función:     |                                      |

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b><u>Indicaciones:</u></b> | A continuación, se plantean las deficiencias (problemas) identificadas en el proceso de llenado de escoria; se solicita indicar la prioridad de atención de dichas deficiencias marcando con un aspa "X" en la casilla correspondiente y teniendo en cuenta la ponderación de las respuestas descritas líneas arriba. |
|-----------------------------|---|

| Elementos a consultar |  |  | Nivel de prioridad |      |       |      |          |
|-----------------------|--|--|--------------------|------|-------|------|----------|
| Ítem                  | Problema   | Descripción del problema   | Muy Baja           | Baja | Media | Alta | Muy Alta |
| 1                     | Excesivo tiempo consumido en el proceso.                           | 4 ciclos de alimentación de escoria para completar el proceso, cada uno con un tiempo medio mayor a 2 horas.                               |                    |      |       |      |          |
| 2                     | Riesgo de contaminación de la escoria.                             | Debido a que la escoria es depositada en un almacén temporal que no ha sido acondicionado para dicha función.                              |                    |      |       |      |          |
| 3                     | Contaminación ambiental por la carga y descarga de escoria.        | El movimiento de carga y descarga de la escoria genera sólidos en suspensión que se esparcen por toda la fábrica y zonas urbanas cercanas. |                    |      |       |      |          |
| 4                     | Baja productividad del proceso.                                    | Se consumen demasiados recursos humanos y financieros en el proceso.   |                    |      |       |      |          |
| 5                     | Riesgo de humedecimiento de la escoria.                            | La escoria es depositada en un almacén temporal sin protección contra precipitaciones.   |                    |      |       |      |          |
| 6                     | Escasa iluminación cuando el proceso se realiza en el turno noche. | Las luminarias instaladas no son suficientes para brindar una iluminación adecuada cuando se ejecuta el proceso.                           |                    |      |       |      |          |

## C 5. Ficha de validación de encuesta - Experto 1

### I. DATOS INFORMATIVOS

|  |  |                                  |
|--|--|----------------------------------|
| <b>Apellidos y nombres del especialista o experto</b>  | <b>Grado académico, cargo o institución donde labora</b> | <b>Autor de la investigación</b> |
|  |  |                                  |
| <b>Título de la investigación:</b> "Mejora del proceso de llenado de escoria para reducir los costos en el área generación de vapor, de la empresa Casa Grande S.A.A., 2018" |  |                                  |

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| INDICADORES        | CRITERIOS  | DEFICIENTE<br>0-20% | REGULAR<br>21-40% | BUENA<br>41-60% | MUY BUENA<br>61-80% | EXCELENTE<br>81-100% |
|--------------------|--|---------------------|-------------------|-----------------|---------------------|----------------------|
| 1. CLARIDAD        | Formulado con lenguaje apropiado                   |                     |                   |                 |                     |                      |
| 2. OBJETIVIDAD     | Expresado en conductas observables                 |                     |                   |                 |                     |                      |
| 3. ACTUALIDAD      | Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología   |                     |                   |                 |                     |                      |
| 4. ORGANIZACIÓN    | Existe una secuencia lógica                        |                     |                   |                 |                     |                      |
| 5. SUFICIENCIA     | Comprende los aspectos en cantidad y claridad      |                     |                   |                 |                     |                      |
| 6. INTENCIONALIDAD | Adecuado para valorar aspectos de la investigación |                     |                   |                 |                     |                      |
| 7. CONSISTENCIA    | Basado en aspectos teórico-científicos             |                     |                   |                 |                     |                      |
| 8. COHERENCIA      | Entre ítems, indicadores y dimensiones             |                     |                   |                 |                     |                      |
| 9. METODOLOGÍA     | Corresponde al propósito de la propuesta           |                     |                   |                 |                     |                      |
| 10. OPORTUNIDAD    | Propicio para su aplicación en el momento adecuado |                     |                   |                 |                     |                      |

### III. OPINIÓN DE APLICACIÓN

-----

-----

-----

-----

### IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN: \_\_\_\_\_

|               |     |                   |          |
|---------------|-----|-------------------|----------|
|               |     |                   |          |
| Lugar y fecha | DNI | Firma del experto | Teléfono |

## Ficha de validación de encuesta – Experto 1

### I. DATOS INFORMATIVOS

| Apellidos y nombres del especialista o experto  | Grado académico, cargo o institución donde labora | Autor de la investigación |
|---|---|---------------------------|
| Montoya Rivera Ricardo  | Doctor  | Aguirre Montoya Lancaster |
| Título de la investigación: "Mejora del proceso de llenado de escoria para reducir los costos en el área generación de vapor, de la empresa Casa Grande S.A.A., 2018" |   |                           |

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| INDICADORES        | CRITERIOS  | BUENÍSIMO<br>0-20% | REGULAR<br>21-40% | BUENA<br>41-60% | MUY BUENA<br>61-80% | EXCELENTE<br>81-100% |
|--------------------|--|--------------------|-------------------|-----------------|---------------------|----------------------|
| 1. CLARIDAD        | Formulado con lenguaje apropiado                   |                    |                   |                 | X                   |                      |
| 2. OBJETIVIDAD     | Expresado en conductas observables                 |                    |                   |                 | X                   |                      |
| 3. ACTUALIDAD      | Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología   |                    |                   |                 | X                   |                      |
| 4. ORGANIZACIÓN    | Existe una secuencia lógica                        |                    |                   |                 |                     | X                    |
| 5. SUFICIENCIA     | Comprende los aspectos en cantidad y claridad      |                    |                   |                 |                     | X                    |
| 6. INTENCIONALIDAD | Adecuado para valorar aspectos de la investigación |                    |                   |                 | X                   |                      |
| 7. CONSISTENCIA    | Basado en aspectos teórico-científicos             |                    |                   |                 | X                   |                      |
| 8. COHERENCIA      | Entre ítems, indicadores y dimensiones             |                    |                   |                 | X                   |                      |
| 9. METODOLOGÍA     | Corresponde al propósito de la propuesta           |                    |                   |                 | X                   |                      |
| 10. OPORTUNIDAD    | Propicio para su aplicación en el momento adecuado |                    |                   |                 |                     | X                    |


### III. OPINIÓN DE APLICACIÓN

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN: Muy buena.

|                        |         |   |           |
|------------------------|---------|---|-----------|
| Trujillo<br>11-01-2018 | 1870765 | <br>C.R. 51622 | 949511552 |
| Lugar y fecha          | DNI     | Firma del experto   | Teléfono  |

## C 6. Ficha de validación de encuesta - Experto 2

### V. DATOS INFORMATIVOS

| Apellidos y nombres del especialista o experto   | Grado académico, cargo o institución donde labora | Autor de la investigación |
|--|---|---------------------------|
|  |   |                           |
| <b>Título de la investigación:</b> "Mejora del proceso de llenado de escoria para reducir los costos en el área generación de vapor, de la empresa Casa Grande S.A.A., 2018" |   |                           |

### VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| INDICADORES         | CRITERIOS  | DEFICIENTE<br>0-20% | REGULAR<br>21-40% | BUENA<br>41-60% | MUY BUENA<br>61-80% | EXCELENTE<br>81-100% |
|---------------------|--|---------------------|-------------------|-----------------|---------------------|----------------------|
| 11. CLARIDAD        | Formulado con lenguaje apropiado                   |                     |                   |                 |                     |                      |
| 12. OBJETIVIDAD     | Expresado en conductas observables                 |                     |                   |                 |                     |                      |
| 13. ACTUALIDAD      | Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología   |                     |                   |                 |                     |                      |
| 14. ORGANIZACIÓN    | Existe una secuencia lógica                        |                     |                   |                 |                     |                      |
| 15. SUFICIENCIA     | Comprende los aspectos en cantidad y claridad      |                     |                   |                 |                     |                      |
| 16. INTENCIONALIDAD | Adecuado para valorar aspectos de la investigación |                     |                   |                 |                     |                      |
| 17. CONSISTENCIA    | Basado en aspectos teórico-científicos             |                     |                   |                 |                     |                      |
| 18. COHERENCIA      | Entre ítems, indicadores y dimensiones             |                     |                   |                 |                     |                      |
| 19. METODOLOGÍA     | Corresponde al propósito de la propuesta           |                     |                   |                 |                     |                      |
| 20. OPORTUNIDAD     | Propicio para su aplicación en el momento adecuado |                     |                   |                 |                     |                      |

### VII. OPINIÓN DE APLICACIÓN

-----

-----

-----

-----

### VIII. PROMEDIO DE VALIDACIÓN: \_\_\_\_\_

|               |     |                   |          |
|---------------|-----|-------------------|----------|
|               |     |                   |          |
| Lugar y fecha | DNI | Firma del experto | Teléfono |

## Ficha de validación de encuesta - Experto 2

### V. DATOS INFORMATIVOS

| Apellidos y nombres del especialista o experto  | Grado académico, cargo o institución donde labora | Autor de la investigación     |
|---|---|-------------------------------|
| De la Cruz Fabian Angel   | Ingeniero Mecánico                                | Aguirre Hernandez Juan Carlos |
| Título de la investigación: "Mejora del proceso de llenado de escoria para reducir los costos en el área generación de vapor, de la empresa Casa Grande S.A.A., 2018" |   |                               |

### VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| INDICADORES         | CRITERIOS  | DEFICIENTE<br>0-30% | REGULAR<br>31-40% | BUENA<br>41-60% | MUY BUENA<br>61-80% | EXCELENTE<br>81-100% |
|---------------------|--|---------------------|-------------------|-----------------|---------------------|----------------------|
| 11. CLARIDAD        | Formulado con lenguaje apropiado                   |                     |                   |                 | X                   |                      |
| 12. OBJETIVIDAD     | Expresado en conductas observables                 |                     |                   |                 | X                   |                      |
| 13. ACTUALIDAD      | Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología   |                     |                   |                 | X                   |                      |
| 14. ORGANIZACIÓN    | Existe una secuencia lógica                        |                     |                   |                 |                     | X                    |
| 15. SUFICIENCIA     | Comprende los aspectos en cantidad y claridad      |                     |                   |                 | X                   |                      |
| 16. INTENCIONALIDAD | Adecuado para valorar aspectos de la investigación |                     |                   |                 |                     | X                    |
| 17. CONSISTENCIA    | Basado en aspectos técnico-científicos             |                     |                   |                 | X                   |                      |
| 18. COHERENCIA      | Entre ítems, indicadores y dimensiones             |                     |                   |                 | X                   |                      |
| 19. METODOLOGÍA     | Corresponde al propósito de la propuesta           |                     |                   |                 |                     | X                    |
| 20. OPORTUNIDAD     | Propicio para su aplicación en el momento adecuado |                     |                   |                 |                     | X                    |

### VII. OPINIÓN DE APLICACIÓN

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### VIII. PROMEDIO DE VALIDACIÓN: Muy Buena

|                           |          |   |           |
|---------------------------|----------|---|-----------|
| Casa Grande<br>11-04-2018 | 70925937 |  | 984546989 |
| Lugar y fecha             | DNI      | Firma del experto   | Telefono  |



### C 7. Ficha de validación de encuesta - Experto 3

#### IX. DATOS INFORMATIVOS

|  |  |                                  |
|--|--|----------------------------------|
| <b>Apellidos y nombres del especialista o experto</b>  | <b>Grado académico, cargo o institución donde labora</b> | <b>Autor de la investigación</b> |
|  |  |                                  |
| <b>Título de la investigación:</b> "Mejora del proceso de llenado de escoria para reducir los costos en el área generación de vapor, de la empresa Casa Grande S.A.A., 2018" |  |                                  |

#### X. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| INDICADORES         | CRITERIOS  | DEFICIENTE<br>0-20% | REGULAR<br>21-40% | BUENA<br>41-60% | MUY BUENA<br>61-80% | EXCELENTE<br>81-100% |
|---------------------|--|---------------------|-------------------|-----------------|---------------------|----------------------|
| 21. CLARIDAD        | Formulado con lenguaje apropiado                   |                     |                   |                 |                     |                      |
| 22. OBJETIVIDAD     | Expresado en conductas observables                 |                     |                   |                 |                     |                      |
| 23. ACTUALIDAD      | Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología   |                     |                   |                 |                     |                      |
| 24. ORGANIZACIÓN    | Existe una secuencia lógica                        |                     |                   |                 |                     |                      |
| 25. SUFICIENCIA     | Comprende los aspectos en cantidad y claridad      |                     |                   |                 |                     |                      |
| 26. INTENCIONALIDAD | Adecuado para valorar aspectos de la investigación |                     |                   |                 |                     |                      |
| 27. CONSISTENCIA    | Basado en aspectos teórico-científicos             |                     |                   |                 |                     |                      |
| 28. COHERENCIA      | Entre ítems, indicadores y dimensiones             |                     |                   |                 |                     |                      |
| 29. METODOLOGÍA     | Corresponde al propósito de la propuesta           |                     |                   |                 |                     |                      |
| 30. OPORTUNIDAD     | Propicio para su aplicación en el momento adecuado |                     |                   |                 |                     |                      |

#### XI. OPINIÓN DE APLICACIÓN

-----

-----

-----

-----

#### XII. PROMEDIO DE VALIDACIÓN: \_\_\_\_\_

|               |     |                   |          |
|---------------|-----|-------------------|----------|
|               |     |                   |          |
| Lugar y fecha | DNI | Firma del experto | Teléfono |

Ficha de validación de encuesta - Experto 3

IX. DATOS INFORMATIVOS

| Apellidos y nombres del especialista o experto  | Grado académico, cargo o institución donde labora | Autor de la investigación |
|---|---|---------------------------|
| Navarro Ullón Juan Manuel   | Ingeniero Mecánico Eléctrico                      | Aguiar Masdegi Jancarlos. |
| Título de la investigación: "Mejora del proceso de llenado de escoria para reducir los costos en el área generación de vapor, de la empresa Casa Grande S.A.A., 2018" |   |                           |

X. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| INDICADORES         | CRITERIOS  | DEFICIENTE<br>0-20% | REGULAR<br>21-40% | BUENA<br>41-60% | MUY BUENA<br>61-80% | EXCELENTE<br>81-100% |
|---------------------|--|---------------------|-------------------|-----------------|---------------------|----------------------|
| 21. CLARIDAD        | Formulado con lenguaje apropiado                   |                     |                   |                 | X                   |                      |
| 22. OBJETIVIDAD     | Expresado en conductas observables                 |                     |                   |                 |                     | X                    |
| 23. ACTUALIDAD      | Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología   |                     |                   |                 | X                   |                      |
| 24. ORGANIZACIÓN    | Existe una secuencia lógica                        |                     |                   |                 |                     | X                    |
| 25. SUFICIENCIA     | Comprende los aspectos en cantidad y claridad      |                     |                   |                 |                     | X                    |
| 26. INTENCIONALIDAD | Adecuado para valorar aspectos de la investigación |                     |                   |                 | X                   |                      |
| 27. CONSISTENCIA    | Basado en aspectos teórico-científicos             |                     |                   |                 | X                   |                      |
| 28. COHERENCIA      | Entre ítems, indicadores y dimensiones             |                     |                   |                 | X                   |                      |
| 29. METODOLOGÍA     | Corresponde al propósito de la propuesta           |                     |                   |                 |                     | X                    |
| 30. OPORTUNIDAD     | Propicio para su aplicación en el momento adecuado |                     |                   |                 |                     | X                    |

XI. OPINIÓN DE APLICACIÓN

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

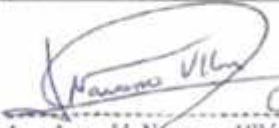
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

XII. PROMEDIO DE VALIDACIÓN: Excelente.

|               |          |  |          |
|---------------|----------|--|----------|
| CASA GRANDE   |          |  |          |
| 11-04-2018    | 18824779 |  | 94979689 |
| Lugar y fecha | DNI      | Firma del experto  | Teléfono |



  
 Ing. Juan M. Navarro Ullón  
 JEFE Dpto. GENERACIÓN VAPOR  
 CASA GRANDE  
 CIP: 75964



## D. OTROS ANEXOS

### D 1. Registro fotográfico del rediseño del proceso

| Etapa   |   | Proceso anterior  | Proceso actual   |
|---------|---|---|--|
| ETAPA 1 | Carga y transporte de escoria   |                                |                              |
|         |   | La escoria es cargada en volquetes de 8Tn y trasladada, desde el almacén de escoria, hacia el almacén temporal. | La escoria es cargada en volquetes de 8Tn y trasladada, desde el almacén de escoria, hacia el patio de carbón. |
| ETAPA 2 | Almacenamiento previo al ingreso al caldero                           |                               |                             |
|         |   | Almacenamiento improvisado de la escoria, expuesta a los elementos.   | Se acondicionó un área, dentro del patio de carbón, para el almacenamiento temporal de la escoria.             |
| ETAPA 3 | Sistema de carga de escoria para ingresar en el conductor alimentador |                              |                            |
|         |   | Mediante el uso de una grúa Terex alquilada.  | Mediante una grúa tipo puente, propia de la empresa.   |

| Etapa  | Proceso anterior   | Proceso actual  |
|--|--|---|
| <p><b>Etapa 4</b></p> <p>Sistema de fajas transportadoras de escoria</p>       |  <p>No se utilizaban los activos productivos (Fajas transportadoras, grúas, otros)</p>        |  <p>Se comenzaron a utilizar las fajas transportadoras de carbón.</p>                               |
| <p><b>Etapa 5</b></p> <p>Ingreso de la escoria en el conductor alimentador</p> |  <p>La grúa Terex suspendía una tolva con 2 Tn de escoria sobre el conducto alimentador.</p> |  <p>La escoria pasa al conductor alimentador por medio de un sistema de fajas transportadoras.</p> |
| <p><b>Etapa 6</b></p> <p>Ingreso de la escoria al hogar del caldero</p>        |  <p>Ingreso de la escoria al caldero, por medio del conductor alimentador de cadenas.</p>  |   |

## D 2. Registro fotográfico de reunión de trabajo con expertos y capacitaciones



*Reunión de trabajo con expertos internos de la empresa Casa Grande S.A.A., a fin de identificar las deficiencias y priorizar las acciones de solución.*



*Capacitación, de los responsables de la planificación del proceso de llenado de escoria, en herramientas de planificación y seguimiento de actividades.*



*Charla de seguridad y motivación laboral dirigida por el supervisor de operaciones, hacia el personal involucrado en el proceso de llenado de escoria.*



*Charla de seguridad y coordinación de actividades, previa a la puesta en marcha de las operaciones para el llenado de escoria.*



### D 3. Registro fotográfico del sistema de alimentación controlada











#### D 4. Validación de reunión de trabajo



#### Acta de reunión de trabajo

Motivo: REUNIÓN PARA IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE DIFERENCIAS EN LA EMPRESA

Lugar: CASA GRANDE S.A.A. Fecha: 12-04-2018

Organizador: AGUIRRE HENDUZA JAVIERLOS (TECNICO DE MANTENIMIENTO)

Área: GENERACIÓN DE VAPOR

Asistentes:

| N° | Nombre y apellido             | Función/puesto                   | Telf.     | Firma |
|----|-------------------------------|----------------------------------|-----------|-------|
| 1  | NAVARRO ULLÓN JUAN MANUEL     | JEFE DPTO GENER. DE VAPOR        | 947179689 |       |
| 2  | SALVARRIA ALVIA LUIS AURELIO  | TECNICO SUPERVISOR MECANICO      | 945894183 |       |
| 3  | DE LA CRUZ FOSTIAN ANGEL. FDO | SUPERVISOR MANTENIMIENTO         | 945451084 |       |
| 4  | MONTE VALILLAS MAYLOI         | INSPECTOR MECANICO               | 983197953 |       |
| 5  | BACILLO CABRERA SEGUNDO       | TEC. SUPERV. CALDERAS            | 943282783 |       |
| 6  | RODRIGUEZ LLANTOP ALDO ALAN   | SUPERVISOR DE OPERACIONES        | 946582863 |       |
| 7  | REYANZO SANCHEZ CESAR         | JEFE DPTO GENER. ELECTRICIDAD    | 949974183 |       |
| 8  | ORDÓÑEZ ORTIZ GILBERTO        | SUPERINTENDENTE DE MANTENIMIENTO | 948217666 |       |
| 9  | VIZCONDE SAGASTEGUI MANUEL    | INSPECTOR MECANICO               | 926445346 |       |
| 10 | ZEGARRA DELA SOTA WILFREDO    | JEFE DIVISION ENERGIA            | 959537562 |       |

Validado por:

C.I.P. 75964  
JEFE DPTO GENERACIÓN VAPOR

C.I.P. 75964  
JEFE DPTO GENERACIÓN VAPOR  
CASA GRANDE

## D 5. Encuesta de priorización

### Datos generales:

|                        |  |                   |             |          |            |
|------------------------|--|-------------------|-------------|----------|------------|
| Nombre de la encuesta: | Encuesta para determinar el nivel de prioridad de atención de deficiencias en el proceso de llenado de escoria |                   |             |          |            |
| Código encuesta:       |  | Fecha aplicación: |             |          |            |
| N° de preguntas:       | 6  | Dimensiones:      |             | 5        |            |
| Form. respuestas:      | Politómica (1 - 5)   | Escala de med.:   |             | Likert   |            |
| Pond. respuestas:      | Muy Baja = 1   | Baja = 2          | Regular = 3 | Alta = 4 | Muy alta 5 |

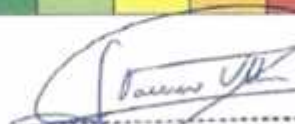
### Datos del encuestado:

|              |                                      |
|--------------|--------------------------------------|
| Nombre:      |                                      |
| Institución: | Casa Grande Sociedad Anónima Abierta |
| Función:     |                                      |

|                      |   |
|----------------------|---|
| <u>Indicaciones:</u> | A continuación, se plantean las deficiencias (problemas) identificadas en el proceso de llenado de escoria; se solicita indicar la prioridad de atención de dichas deficiencias marcando con un aspa "X" en la casilla correspondiente y teniendo en cuenta la ponderación de las respuestas descritas líneas arriba. |
|----------------------|---|

| Elementos a consultar |  |  | Nivel de prioridad |      |       |      |          |
|-----------------------|--|--|--------------------|------|-------|------|----------|
| Ítem                  | Problema   | Descripción del problema   | Muy Baja           | Baja | Media | Alta | Muy Alta |
| 1                     | Excesivo tiempo consumido en el proceso.                           | 4 ciclos de alimentación de escoria para completar el proceso, cada uno con un tiempo medio mayor a 2 horas.                               |                    |      |       |      |          |
| 2                     | Riesgo de contaminación de la escoria.                             | Debido a que la escoria es depositada en un almacén temporal que no ha sido acondicionado para dicha función.                              |                    |      |       |      |          |
| 3                     | Contaminación ambiental por la carga y descarga de escoria.        | El movimiento de carga y descarga de la escoria genera sólidos en suspensión que se esparcen por toda la fábrica y zonas urbanas cercanas. |                    |      |       |      |          |
| 4                     | Baja productividad del proceso.                                    | Se consumen demasiados recursos humanos y financieros en el proceso.   |                    |      |       |      |          |
| 5                     | Riesgo de humedecimiento de la escoria.                            | La escoria es depositada en un almacén temporal sin protección contra precipitaciones.   |                    |      |       |      |          |
| 6                     | Escasa iluminación cuando el proceso se realiza en el turno noche. | Las luminarias instaladas no son suficientes para brindar una iluminación adecuada cuando se ejecuta el proceso.                           |                    |      |       |      |          |

 CIP: 75964

 CIP: 75964  
Ing. Juan M. Navarro Ullón  
JEFE DPTO. GENERACIÓN VAPOR  
CASA GRANDE

## Encuesta de nivel de prioridad de deficiencias

### Datos generales:

Nombre de la encuesta: Encuesta para determinar el nivel de prioridad de atención de deficiencias en el proceso de llenado de escoria

Código encuesta: E-I Fecha aplicación: 12-04-2018

N° de preguntas: 6 Dimensiones: 5

Form. respuestas: Politómica (1 - 5) Escala de med.: Likert

Pond. respuestas: Muy Baja = 1 Baja = 2 Regular = 3 Alta = 4 Muy alta = 5

### Datos del encuestado:

Nombre: Navarro Vilón Juan Manuel

Institución: Casa Grande Sociedad Anónima Abierta

Función: Jefe Departamento Generación de Vapor

### Indicaciones:

A continuación, se plantean las deficiencias (problemas) identificadas en el proceso de llenado de escoria; se solicita indicar la prioridad de atención de dichas deficiencias marcando con un aspa "X" en la casilla correspondiente y teniendo en cuenta la ponderación de las respuestas descritas líneas arriba.

| Elementos a consultar |  |  | Nivel de prioridad |      |       |      |          |
|-----------------------|--|--|--------------------|------|-------|------|----------|
| Ítem                  | Problema   | Descripción del problema   | Muy Baja           | Baja | Media | Alta | Muy Alta |
| 1                     | Excesivo tiempo consumido en el proceso.                           | 4 ciclos de alimentación de escoria para completar el proceso, cada uno con un tiempo medio mayor a 2 horas.                               |                    |      |       |      | X        |
| 2                     | Riesgo de contaminación de la escoria.                             | Debido a que la escoria es depositada en un almacén temporal que no ha sido acondicionado para dicha función.                              |                    |      | X     |      |          |
| 3                     | Contaminación ambiental por la carga y descarga de escoria.        | El movimiento de carga y descarga de la escoria genera sólidos en suspensión que se esparcen por toda la fábrica y zonas urbanas cercanas. |                    |      | X     |      |          |
| 4                     | Baja productividad del proceso.                                    | Se consumen demasiados recursos humanos y financieros en el proceso.   |                    |      |       | X    |          |
| 5                     | Riesgo de humedecimiento de la escoria.                            | La escoria es depositada en un almacén temporal sin protección contra precipitaciones.   | X                  |      |       |      |          |
| 6                     | Escasa iluminación cuando el proceso se realiza en el turno noche. | Las luminarias instaladas no son suficientes para brindar una iluminación adecuada cuando se ejecuta el proceso.                           |                    | X    |       |      |          |



Navarro Vilón  
 Jefe de Departamento  
 Jefe de Departamento Generación Vapor  
 CASA GRANDE



### Encuesta de nivel de prioridad de deficiencias

#### Datos generales:

Nombre de la encuesta: Encuesta para determinar el nivel de prioridad de atención de deficiencias en el proceso de llenado de escoria

Código encuesta: E-2 Fecha aplicación: 12-04-2018

N° de preguntas: 6 Dimensiones: 5

Form. respuestas: Politómica (1 - 5) Escala de med.: Likert

Pond. respuestas: Muy Baja = 1 Baja = 2 Regular = 3 Alta = 4 Muy alta 5

#### Datos del encuestado:

Nombre: Salavaria Acuña Luis

Institución: Casa Grande Sociedad Anónima Abierta

Función: Técnico Supervisor Mecánico

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b><u>Indicaciones:</u></b> | A continuación, se plantean las deficiencias (problemas) identificadas en el proceso de llenado de escoria; se solicita indicar la prioridad de atención de dichas deficiencias marcando con un aspa "X" en la casilla correspondiente y teniendo en cuenta la ponderación de las respuestas descritas líneas arriba. |
|-----------------------------|---|

| Elementos a consultar |  |  | Nivel de prioridad |      |       |      |          |
|-----------------------|--|--|--------------------|------|-------|------|----------|
| Ítem                  | Problema   | Descripción del problema   | Muy Baja           | Baja | Media | Alta | Muy Alta |
| 1                     | Excesivo tiempo consumido en el proceso.                           | 4 ciclos de alimentación de escoria para completar el proceso, cada uno con un tiempo medio mayor a 2 horas.                               |                    |      |       |      | X        |
| 2                     | Riesgo de contaminación de la escoria.                             | Debido a que la escoria es depositada en un almacén temporal que no ha sido acondicionado para dicha función.                              |                    |      |       | X    |          |
| 3                     | Contaminación ambiental por la carga y descarga de escoria.        | El movimiento de carga y descarga de la escoria genera sólidos en suspensión que se esparcen por toda la fábrica y zonas urbanas cercanas. |                    |      | X     |      |          |
| 4                     | Baja productividad del proceso.                                    | Se consumen demasiados recursos humanos y financieros en el proceso.   |                    |      |       | X    |          |
| 5                     | Riesgo de humedecimiento de la escoria.                            | La escoria es depositada en un almacén temporal sin protección contra precipitaciones.   |                    | X    |       |      |          |
| 6                     | Escasa iluminación cuando el proceso se realiza en el turno noche. | Las luminarias instaladas no son suficientes para brindar una iluminación adecuada cuando se ejecuta el proceso.                           | X                  |      |       |      |          |



## Encuesta de nivel de prioridad de deficiencias

### Datos generales:

Nombre de la encuesta: Encuesta para determinar el nivel de prioridad de atención de deficiencias en el proceso de llenado de escoria

Código encuesta: E-3 Fecha aplicación: 12-04-2018

N° de preguntas: 6 Dimensiones: 5

Form. respuestas: Politómica (1 - 5) Escala de med.: Likert

Pond. respuestas: Muy Baja = 1 Baja = 2 Regular = 3 Alta = 4 Muy alta 5

### Datos del encuestado:

Nombre: De la Cruz Fabian Angel.

Institución: Casa Grande Sociedad Anónima Abierta

Función: Supervisor Mantenimiento

### Indicaciones:

A continuación, se plantean las deficiencias (problemas) identificadas en el proceso de llenado de escoria; se solicita indicar la prioridad de atención de dichas deficiencias marcando con un aspa "X" en la casilla correspondiente y teniendo en cuenta la ponderación de las respuestas descritas líneas arriba.

| Elementos a consultar |  |  | Nivel de prioridad |      |       |      |          |
|-----------------------|--|--|--------------------|------|-------|------|----------|
| Ítem                  | Problema   | Descripción del problema   | Muy Baja           | Baja | Media | Alta | Muy Alta |
| 1                     | Excesivo tiempo consumido en el proceso.                           | 4 ciclos de alimentación de escoria para completar el proceso, cada uno con un tiempo medio mayor a 2 horas.                               |                    |      |       | X    |          |
| 2                     | Riesgo de contaminación de la escoria.                             | Debido a que la escoria es depositada en un almacén temporal que no ha sido acondicionado para dicha función.                              |                    | X    |       |      |          |
| 3                     | Contaminación ambiental por la carga y descarga de escoria.        | El movimiento de carga y descarga de la escoria genera sólidos en suspensión que se esparcen por toda la fábrica y zonas urbanas cercanas. |                    |      | X     |      |          |
| 4                     | Baja productividad del proceso.                                    | Se consumen demasiados recursos humanos y financieros en el proceso.   |                    |      |       |      | X        |
| 5                     | Riesgo de humedecimiento de la escoria.                            | La escoria es depositada en un almacén temporal sin protección contra precipitaciones.   | X                  |      |       |      |          |
| 6                     | Escasa iluminación cuando el proceso se realiza en el turno noche. | Las luminarias instaladas no son suficientes para brindar una iluminación adecuada cuando se ejecuta el proceso.                           | X                  |      |       |      |          |





EL Jefe de Mantenimiento  
CASA GRANDE

## Encuesta de nivel de prioridad de deficiencias

### Datos generales:

Nombre de la encuesta: Encuesta para determinar el nivel de prioridad de atención de deficiencias en el proceso de llenado de escoria

Código encuesta: E-4 Fecha aplicación: 12-04-2018

N° de preguntas: 6 Dimensiones: 5

Form. respuestas: Politémica (1 - 5) Escala de med.: Likert

Pond. respuestas: Muy Baja = 1 Baja = 2 Regular = 3 Alta = 4 Muy alta = 5

### Datos del encuestado:

Nombre: Montes Vanillos Raycof

Institución: Casa Grande Sociedad Anónima Abierta

Función: Inspector Mecánico

### Indicaciones:

A continuación, se plantean las deficiencias (problemas) identificadas en el proceso de llenado de escoria; se solicita indicar la prioridad de atención de dichas deficiencias marcando con un aspa "X" en la casilla correspondiente y teniendo en cuenta la ponderación de las respuestas descritas líneas arriba.

| Elementos a consultar |  |  | Nivel de prioridad |      |       |      |          |
|-----------------------|--|--|--------------------|------|-------|------|----------|
| Ítem                  | Problema   | Descripción del problema   | Muy Baja           | Baja | Media | Alta | Muy Alta |
| 1                     | Excesivo tiempo consumido en el proceso.                           | 4 ciclos de alimentación de escoria para completar el proceso, cada uno con un tiempo medio mayor a 2 horas.                               |                    |      |       | X    |          |
| 2                     | Riesgo de contaminación de la escoria.                             | Debido a que la escoria es depositada en un almacén temporal que no ha sido acondicionado para dicha función.                              |                    |      | X     |      |          |
| 3                     | Contaminación ambiental por la carga y descarga de escoria.        | El movimiento de carga y descarga de la escoria genera sólidos en suspensión que se esparcen por toda la fábrica y zonas urbanas cercanas. |                    |      |       |      | X        |
| 4                     | Baja productividad del proceso.                                    | Se consumen demasiados recursos humanos y financieros en el proceso.   |                    |      |       | X    |          |
| 5                     | Riesgo de humedecimiento de la escoria.                            | La escoria es depositada en un almacén temporal sin protección contra precipitaciones.   |                    | X    |       |      |          |
| 6                     | Escasa iluminación cuando el proceso se realiza en el turno noche. | Las luminarias instaladas no son suficientes para brindar una iluminación adecuada cuando se ejecuta el proceso.                           | X                  |      |       |      |          |





## Encuesta de nivel de prioridad de deficiencias

### Datos generales:

Nombre de la encuesta: Encuesta para determinar el nivel de prioridad de atención de deficiencias en el proceso de llenado de escoria

Código encuesta: E-5 Fecha aplicación: 12-04-2018

N° de preguntas: 6 Dimensiones: 5

Form. respuestas: Politómica (1 - 5) Escala de med.: Likert

Pond. respuestas: Muy Baja = 1 Baja = 2 Regular = 3 Alta = 4 Muy alta 5

### Datos del encuestado:

Nombre: Baulio Cabrera Segundo

Institución: Casa Grande Sociedad Anónima Abierta

Función: Técnico Supervisor Caldera TSXG

### Indicaciones:

A continuación, se plantean las deficiencias (problemas) identificadas en el proceso de llenado de escoria; se solicita indicar la prioridad de atención de dichas deficiencias marcando con un aspa "X" en la casilla correspondiente y teniendo en cuenta la ponderación de las respuestas descritas líneas arriba.

| Elementos a consultar |  |  | Nivel de prioridad |      |       |      |          |
|-----------------------|--|--|--------------------|------|-------|------|----------|
| Ítem                  | Problema   | Descripción del problema   | Muy Baja           | Baja | Media | Alta | Muy Alta |
| 1                     | Excesivo tiempo consumido en el proceso.                           | 4 ciclos de alimentación de escoria para completar el proceso, cada uno con un tiempo medio mayor a 2 horas.                               |                    |      |       |      | X        |
| 2                     | Riesgo de contaminación de la escoria.                             | Debido a que la escoria es depositada en un almacén temporal que no ha sido acondicionado para dicha función.                              |                    |      | X     |      |          |
| 3                     | Contaminación ambiental por la carga y descarga de escoria.        | El movimiento de carga y descarga de la escoria genera sólidos en suspensión que se esparcen por toda la fábrica y zonas urbanas cercanas. |                    |      |       | X    |          |
| 4                     | Baja productividad del proceso.                                    | Se consumen demasiados recursos humanos y financieros en el proceso.   |                    |      |       | X    |          |
| 5                     | Riesgo de humedecimiento de la escoria.                            | La escoria es depositada en un almacén temporal sin protección contra precipitaciones.   | X                  |      |       |      |          |
| 6                     | Escasa iluminación cuando el proceso se realiza en el turno noche. | Las luminarias instaladas no son suficientes para brindar una iluminación adecuada cuando se ejecuta el proceso.                           |                    | X    |       |      |          |



*[Signature]*  
 J. Navarro Ullón  
 JEFE DE GENERACIÓN VAPOR  
 CASA GRANDE

## Encuesta de nivel de prioridad de deficiencias

### Datos generales:

Nombre de la encuesta: Encuesta para determinar el nivel de prioridad de atención de deficiencias en el proceso de llenado de escoria

Código encuesta: E-6 Fecha aplicación: R-04-2018

N° de preguntas: 6 Dimensiones: 5

Form. respuestas: Politómica (1 - 5) Escala de med.: Likert

Pond. respuestas: Muy Baja = 1 Baja = 2 Regular = 3 Alta = 4 Muy alta = 5

### Datos del encuestado:

Nombre: Rodriguez Llontop Aldo Alan

Institución: Casa Grande Sociedad Anónima Abierta

Función: Supervisor Operaciones

### Indicaciones:

A continuación, se plantean las deficiencias (problemas) identificadas en el proceso de llenado de escoria; se solicita indicar la prioridad de atención de dichas deficiencias marcando con un aspa "X" en la casilla correspondiente y teniendo en cuenta la ponderación de las respuestas descritas líneas arriba.

| Elementos a consultar |  |  | Nivel de prioridad |      |       |      |          |
|-----------------------|--|--|--------------------|------|-------|------|----------|
| Ítem                  | Problema   | Descripción del problema   | Muy Baja           | Baja | Media | Alta | Muy Alta |
| 1                     | Excesivo tiempo consumido en el proceso.                           | 4 ciclos de alimentación de escoria para completar el proceso, cada uno con un tiempo medio mayor a 2 horas.                               |                    |      | X     |      |          |
| 2                     | Riesgo de contaminación de la escoria.                             | Debido a que la escoria es depositada en un almacén temporal que no ha sido acondicionado para dicha función.                              |                    |      |       | X    |          |
| 3                     | Contaminación ambiental por la carga y descarga de escoria.        | El movimiento de carga y descarga de la escoria genera sólidos en suspensión que se esparcen por toda la fábrica y zonas urbanas cercanas. |                    |      | X     |      |          |
| 4                     | Baja productividad del proceso.                                    | Se consumen demasiados recursos humanos y financieros en el proceso.   |                    |      |       |      | X        |
| 5                     | Riesgo de humedecimiento de la escoria.                            | La escoria es depositada en un almacén temporal sin protección contra precipitaciones.   |                    |      | X     |      |          |
| 6                     | Escasa iluminación cuando el proceso se realiza en el turno noche. | Las luminarias instaladas no son suficientes para brindar una iluminación adecuada cuando se ejecuta el proceso.                           | X                  |      |       |      |          |





## Encuesta de nivel de prioridad de deficiencias

### Datos generales:

Nombre de la encuesta: Encuesta para determinar el nivel de prioridad de atención de deficiencias en el proceso de llenado de escoria

Código encuesta: E-7 Fecha aplicación: 12-04-2018

N° de preguntas: 6 Dimensiones: 5

Form. respuestas: Politómica (1 - 5) Escala de med.: Likert

Pond. respuestas: Muy Baja = 1 Baja = 2 Regular = 3 Alta = 4 Muy alta = 5

### Datos del encuestado:

Nombre: Refamoso Sanchez Cesar

Institución: Casa Grande Sociedad Anónima Abierta

Función: Jefe Departamento Generación Eléctrica

**Indicaciones:** A continuación, se plantean las deficiencias (problemas) identificadas en el proceso de llenado de escoria; se solicita indicar la prioridad de atención de dichas deficiencias marcando con un aspa "X" en la casilla correspondiente y teniendo en cuenta la ponderación de las respuestas descritas líneas arriba.

| Elementos a consultar |  |  | Nivel de prioridad |      |       |      |          |
|-----------------------|--|--|--------------------|------|-------|------|----------|
| Ítem                  | Problema   | Descripción del problema   | Muy Baja           | Baja | Media | Alta | Muy Alta |
| 1                     | Excesivo tiempo consumido en el proceso.                           | 4 ciclos de alimentación de escoria para completar el proceso, cada uno con un tiempo medio mayor a 2 horas.                               |                    |      |       |      | X        |
| 2                     | Riesgo de contaminación de la escoria.                             | Debido a que la escoria es depositada en un almacén temporal que no ha sido acondicionado para dicha función.                              |                    | X    |       |      |          |
| 3                     | Contaminación ambiental por la carga y descarga de escoria.        | El movimiento de carga y descarga de la escoria genera sólidos en suspensión que se esparcen por toda la fábrica y zonas urbanas cercanas. |                    |      |       | X    |          |
| 4                     | Baja productividad del proceso.                                    | Se consumen demasiados recursos humanos y financieros en el proceso.   |                    |      |       |      | X        |
| 5                     | Riesgo de humedecimiento de la escoria.                            | La escoria es depositada en un almacén temporal sin protección contra precipitaciones.   |                    | X    |       |      |          |
| 6                     | Escasa iluminación cuando el proceso se realiza en el turno noche. | Las luminarias instaladas no son suficientes para brindar una iluminación adecuada cuando se ejecuta el proceso.                           |                    | X    |       |      |          |





El. Navarro Ullón  
Jefe de Generación Vapor  
CASA GRANDE

## Encuesta de nivel de prioridad de deficiencias

### Datos generales:

Nombre de la encuesta: Encuesta para determinar el nivel de prioridad de atención de deficiencias en el proceso de llenado de escoria

Código encuesta: E-8 Fecha aplicación: 12-04-2018

N° de preguntas: 6 Dimensiones: 5

Form. respuestas: Politómica (1 - 5) Escala de med.: Likert

Pond. respuestas: Muy Baja = 1 Baja = 2 Regular = 3 Alta = 4 Muy alta 5

### Datos del encuestado:

Nombre: Ordoñez Ortiz Wilberto

Institución: Casa Grande Sociedad Anónima Abierta

Función: Superintendente de planta.

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b><u>Indicaciones:</u></b> | A continuación, se plantean las deficiencias (problemas) identificadas en el proceso de llenado de escoria; se solicita indicar la prioridad de atención de dichas deficiencias marcando con un aspa "X" en la casilla correspondiente y teniendo en cuenta la ponderación de las respuestas descritas líneas arriba. |
|-----------------------------|---|

| Elementos a consultar |  |  | Nivel de prioridad |      |       |      |          |
|-----------------------|--|--|--------------------|------|-------|------|----------|
| Ítem                  | Problema   | Descripción del problema   | Muy Baja           | Baja | Media | Alta | Muy Alta |
| 1                     | Excesivo tiempo consumido en el proceso.                           | 4 ciclos de alimentación de escoria para completar el proceso, cada uno con un tiempo medio mayor a 2 horas.                               |                    |      |       |      | X        |
| 2                     | Riesgo de contaminación de la escoria.                             | Debido a que la escoria es depositada en un almacén temporal que no ha sido acondicionado para dicha función.                              |                    | X    |       |      |          |
| 3                     | Contaminación ambiental por la carga y descarga de escoria.        | El movimiento de carga y descarga de la escoria genera sólidos en suspensión que se esparcen por toda la fábrica y zonas urbanas cercanas. |                    |      | X     |      |          |
| 4                     | Baja productividad del proceso.                                    | Se consumen demasiados recursos humanos y financieros en el proceso.   |                    |      |       |      | X        |
| 5                     | Riesgo de humedecimiento de la escoria.                            | La escoria es depositada en un almacén temporal sin protección contra precipitaciones.   |                    | X    |       |      |          |
| 6                     | Escasa iluminación cuando el proceso se realiza en el turno noche. | Las luminarias instaladas no son suficientes para brindar una iluminación adecuada cuando se ejecuta el proceso.                           |                    | X    |       |      |          |



## Encuesta de nivel de prioridad de deficiencias

### Datos generales:

Nombre de la encuesta: Encuesta para determinar el nivel de prioridad de atención de deficiencias en el proceso de llenado de escoria

Código encuesta: E-9 Fecha aplicación: 12-04-2018

N° de preguntas: 6 Dimensiones: 5

Form. respuestas: Politómica (1 - 5) Escala de med.: Likert

Pond. respuestas: Muy Baja = 1 Baja = 2 Regular = 3 Alta = 4 Muy alta 5

### Datos del encuestado:

Nombre: Vizconde Sagastegui Manuel.

Institución: Casa Grande Sociedad Anónima Abierta

Función: Inspector Mecánico

|                      |   |
|----------------------|---|
| <u>Indicaciones:</u> | A continuación, se plantean las deficiencias (problemas) identificadas en el proceso de llenado de escoria; se solicita indicar la prioridad de atención de dichas deficiencias marcando con un aspa "X" en la casilla correspondiente y teniendo en cuenta la ponderación de las respuestas descritas líneas arriba. |
|----------------------|---|

| Elementos a consultar |  |  | Nivel de prioridad |      |       |      |          |
|-----------------------|--|--|--------------------|------|-------|------|----------|
| Ítem                  | Problema   | Descripción del problema   | Muy Baja           | Baja | Media | Alta | Muy Alta |
| 1                     | Excesivo tiempo consumido en el proceso.                           | 4 ciclos de alimentación de escoria para completar el proceso, cada uno con un tiempo medio mayor a 2 horas.                               |                    |      |       | X    |          |
| 2                     | Riesgo de contaminación de la escoria.                             | Debido a que la escoria es depositada en un almacén temporal que no ha sido acondicionado para dicha función.                              |                    |      | X     |      |          |
| 3                     | Contaminación ambiental por la carga y descarga de escoria.        | El movimiento de carga y descarga de la escoria genera sólidos en suspensión que se esparcen por toda la fábrica y zonas urbanas cercanas. |                    | X    |       |      |          |
| 4                     | Baja productividad del proceso.                                    | Se consumen demasiados recursos humanos y financieros en el proceso.   |                    |      |       |      | X        |
| 5                     | Riesgo de humedecimiento de la escoria.                            | La escoria es depositada en un almacén temporal sin protección contra precipitaciones.   |                    | X    |       |      |          |
| 6                     | Escasa iluminación cuando el proceso se realiza en el turno noche. | Las luminarias instaladas no son suficientes para brindar una iluminación adecuada cuando se ejecuta el proceso.                           |                    | X    |       |      |          |



  
 J. L. NAVARRO ULLÓN  
 JEFE DE LA GENERACIÓN VAPOR  
 CASA GRANDE



### Encuesta de nivel de prioridad de deficiencias

#### Datos generales:

Nombre de la encuesta: Encuesta para determinar el nivel de prioridad de atención de deficiencias en el proceso de llenado de escoria

Código encuesta: E-10 Fecha aplicación: 12-07-2018

N° de preguntas: 6 Dimensiones: 5

Form. respuestas: Politómica (1 - 5) Escala de med.: Likert

Pond. respuestas: Muy Baja = 1 Baja = 2 Regular = 3 Alta = 4 Muy alta 5

#### Datos del encuestado:

Nombre: Zegana de la Sota Wilfredo

Institución: Casa Grande Sociedad Anónima Abierta

Función: Jefe División Energía

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b><u>Indicaciones:</u></b> | A continuación, se plantean las deficiencias (problemas) identificadas en el proceso de llenado de escoria; se solicita indicar la prioridad de atención de dichas deficiencias marcando con un aspa "X" en la casilla correspondiente y teniendo en cuenta la ponderación de las respuestas descritas líneas arriba. |
|-----------------------------|---|

| Elementos a consultar |  |  | Nivel de prioridad |      |       |      |          |
|-----------------------|--|--|--------------------|------|-------|------|----------|
| Ítem                  | Problema   | Descripción del problema   | Muy Baja           | Baja | Media | Alta | Muy Alta |
| 1                     | Excesivo tiempo consumido en el proceso.                           | 4 ciclos de alimentación de escoria para completar el proceso, cada uno con un tiempo medio mayor a 2 horas.                               |                    |      |       |      | X        |
| 2                     | Riesgo de contaminación de la escoria.                             | Debido a que la escoria es depositada en un almacén temporal que no ha sido acondicionado para dicha función.                              |                    |      | X     |      |          |
| 3                     | Contaminación ambiental por la carga y descarga de escoria.        | El movimiento de carga y descarga de la escoria genera sólidos en suspensión que se esparcen por toda la fábrica y zonas urbanas cercanas. |                    | X    |       |      |          |
| 4                     | Baja productividad del proceso.                                    | Se consumen demasiados recursos humanos y financieros en el proceso.   |                    |      |       | X    |          |
| 5                     | Riesgo de humedecimiento de la escoria.                            | La escoria es depositada en un almacén temporal sin protección contra precipitaciones.   | X                  |      |       |      |          |
| 6                     | Escasa iluminación cuando el proceso se realiza en el turno noche. | Las luminarias instaladas no son suficientes para brindar una iluminación adecuada cuando se ejecuta el proceso.                           | X                  |      |       |      |          |

  
Firma manuscrita

  
Firma manuscrita

## D 6. Resultados consolidados de la priorización de causas.

| Excesivo tiempo en el proceso de llenado de escoria. |   |  |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |       |          |
|--|---|--|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|-------|----------|
|  | Causas  | Sub. Causas  | Expertos |   |   |   |   |   |   |   |   |    | Total | Promedio |
|  |   |  | 1        | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |       |          |
| Colaboradores  | Excesivo tiempo muerto  | Largos periodos de espera entre ciclos de llenado        | 4        | 5 | 3 | 4 | 5 | 2 | 5 | 5 | 4 | 4  | 41    | 4.1      |
|  | Desmotivación laboral   | Bajos sueldos  | 2        | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 5  | 23    | 2.3      |
| Herramientas   | Escaso control de operaciones   | Ausencia de instrumentos para seguimiento de operaciones | 1        | 1 | 4 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 2  | 21    | 2.1      |
|  | Constantes fallas del conductor alimentador                               | Sobrecarga del conductor alimentador                     | 3        | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 3 | 3 | 5  | 42    | 4.2      |
| Método   | Falta de comunicación entre colaboradores                                 | -----  | 2        | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 2 | 5 | 4 | 1  | 27    | 2.7      |
|  | Planificación deficiente de las actividades                               | Improvisación en la planificación                        | 5        | 1 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 | 5  | 28    | 2.8      |
| Desarrollo   | Paralización de las actividades   | Descordinación   | 1        | 1 | 3 | 2 | 1 | 3 | 1 | 3 | 2 | 1  | 18    | 1.8      |
|  | Paralización de las actividades   | Falla en los equipos                                     | 4        | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 4 | 1 | 2 | 3  | 27    | 2.7      |
| Diseño   | No se han programado actividades durante los tiempos muertos entre ciclos | Falta de criterio técnico del planificador               | 5        | 5 | 4 | 3 | 3 | 2 | 5 | 3 | 5 | 3  | 38    | 3.8      |
|  | Proceso con flujo deficiente  | Proceso mal dimensionado                                 | 4        | 3 | 2 | 1 | 1 | 4 | 3 | 1 | 3 | 2  | 24    | 2.4      |

| Ponderación |   |
|-------------|---|
| Muy baja    | 1 |
| Baja        | 2 |
| Regular     | 3 |
| Alta        | 4 |
| Muy alta    | 5 |

Fuente : Reunion de trabajo con expertos internos.

| Baja productividad del proceso |   |  |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |       |          |
|--------------------------------|---|--|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|-------|----------|
|                                | Causas  | Sub. Causas  | Expertos |   |   |   |   |   |   |   |   |    | Total | Promedio |
|                                |   |  | 1        | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |       |          |
| Colaboradores                  | Excesivo costo de M.O.I.  | Demasiados trabajadores involucrados                                     | 4        | 5 | 5 | 3 | 4 | 5 | 4 | 5 | 3 | 4  | 42    | 4.2      |
|                                | Productividad baja de la M.O.   | Deficiente planificación del proceso                                     | 3        | 2 | 4 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1  | 22    | 2.2      |
| Herramientas                   | Activos productivos inutilizados  | Ausencia de proyecto de investigación estructural de activos productivos | 3        | 2 | 4 | 5 | 4 | 4 | 3 | 4 | 5 | 4  | 38    | 3.8      |
|                                | Excesivo C.S.I  | Demasiada maquinaria alquilada   | 5        | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 5 | 4 | 3 | 3  | 41    | 4.1      |
| Método                         | Falta de comunicación entre colaboradores                                 | -----  | 4        | 3 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 4  | 24    | 2.4      |
|                                | Planificación deficiente de las actividades                               | Improvisacion en la planificación  | 2        | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 3 | 4 | 1 | 2  | 22    | 2.2      |
| Desarrollo                     | Poco seguimiento de las operaciones                                       | -----  | 3        | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 2 | 3 | 3 | 4  | 24    | 2.4      |
|                                | Paralización de las actividades   | Falla en los equipos   | 1        | 3 | 2 | 1 | 1 | 4 | 3 | 4 | 1 | 1  | 21    | 2.1      |
| Diseño                         | No se han programado actividades durante los tiempos muertos entre ciclos | Falta de criterio técnico del planificador                               | 2        | 2 | 1 | 4 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 5  | 24    | 2.4      |
|                                | Proceso con flujo deficiente  | Proceso mal dimensionado   | 1        | 1 | 3 | 2 | 4 | 3 | 1 | 3 | 2 | 4  | 24    | 2.4      |
|                                | Presupuesto asignado sobredimensionado                                    | -----  | 4        | 4 | 3 | 2 | 1 | 3 | 3 | 1 | 2 | 4  | 27    | 2.7      |

| Ponderación |   |
|-------------|---|
| Muy baja    | 1 |
| Baja        | 2 |
| Regular     | 3 |
| Alta        | 4 |
| Muy alta    | 5 |

Fuente : Reunion de trabajo con expertos internos.

**D 7. Historial de tiempo del proceso después de la mejora.**

Historial de tiempos del proceso

| Ítem | Descripción del proceso | Fecha de ejecución | TUP(Horas) |
|------|-------------------------|--------------------|------------|
| 1    | Llenado de escoria      | 04/06/2018         | 9.50       |
| 2    | Llenado de escoria      | 11/06/2018         | 8.60       |
| 3    | Llenado de escoria      | 18/06/2018         | 8.50       |
| 4    | Llenado de escoria      | 25/06/2018         | 9.50       |
| 5    | Llenado de escoria      | 01/07/2018         | 8.50       |
| 6    | Llenado de escoria      | 07/07/2018         | 8.50       |
| 7    | Llenado de escoria      | 12/07/2018         | 7.50       |
| 8    | Llenado de escoria      | 18/07/2018         | 7.00       |
| TPP  |                         |                    | 8.45       |

Fuente: Departamento de generacion de Energia-Casa Grande S.A.A.

